

## 明細書

## 内燃機関の制御装置

## 5 技術分野

この発明は、内燃機関の制御装置に係り、特に、排気ガス再循環量を可変とする機構と、吸入空気量を可変とする機構とを備える内燃機関を制御する装置として好適な内燃機関の制御装置に関する。

## 10 背景技術

従来、例えば日本特開 2002-22671 号公報には、内燃機関の減速時におけるオイル消費量増大（オイル上がり）の防止と、その減速時における触媒の劣化抑制とを両立するように、内燃機関のバルブタイミングおよびバルブリフト量を最適化する技術が開示されている。

15 内燃機関においては、スロットル開度が閉じられた場合に、つまり、運転者によって減速が要求された場合に、一般に、燃費特性の改善のためフューエルカットが実行される。このため、内燃機関の減速時には、吸気管内部が大きく負圧化すると共に、吸気通路から排気通路にかけて燃料を含まない空気が流通する事態が生ずる。

20 吸気管内部に大きな負圧が生ずると、その影響により、内燃機関の筒内圧力も負圧化され易い。そして、筒内圧力が負圧化されると、所謂オイル上がりにより、内燃機関におけるオイル消費量が増大する。このため、オイル消費量を抑える観点より、内燃機関の減速時における吸気管圧力は、過度に負圧化させないことが望ましい。その対応として、高回転数ほど減速時の吸入空気量を増加させる対応が実施されている。

一方、内燃機関の排気通路に配置される触媒は、高温環境化でリーンな

ガスの供給を受けることにより劣化し易いという特性を有している。このため、フューエルカット中における触媒の劣化を抑制するうえでは、内燃機関の減速時における流通空気量を少量とすることが望まれる。

5 上述した従来のシステムは、バルブタイミングとバルブリフト量とを最適化することにより、内燃機関の減速時に、吸気管圧力を過度に負圧化させることなく流通空気量を抑制しようとするものである。このため、このシステムは、減速フューエルカットの実行に伴うオイル消費量の増大を抑え、かつ、触媒の劣化を抑制するうえで、優れた特性を有している。

10 尚、出願人は、本発明に関連するものとして、上記の文献を含めて、以下に記載する文献を認識している。

[特許文献 1]

日本特開 2002-227671 号公報

[特許文献 2]

日本特開平 10-299518 号公報

15 [特許文献 3]

日本特開平 10-115234 号公報

[特許文献 4]

日本特開 2004-52677 号公報

20 発明の開示

しかしながら、上記従来のシステムは、吸気負圧の抑制と、流通空気量の抑制という背反する事柄を、バルブの特性調整のみにより、つまり、単一のアクチュエータの特性調整のみにより両立しようとするものである。この点、上記従来のシステムは、オイル消費量の抑制および触媒の劣化防  
25 止の両面において、未だ改良の余地を残すものであった。

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、内燃

機関の安定な運転特性を損なうことなく、減速フューエルカットに伴うオイル消費量および触媒劣化の双方を、十分に抑制することのできる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

第 1 の発明は、上記の目的を達成するため、内燃機関の制御装置であつて、

内燃機関の減速時にフューエルカットを行うフューエルカット手段と、  
高機関回転数下でのフューエルカット時に、低機関回転数下でのフューエルカット時に比して、排気ガス再循環量を多量とする EGR 制御手段と、  
高機関回転数下でのフューエルカット時に、低機関回転数下でのフューエルカット時に比して、吸入空気量を減量させる吸入空気量制御手段と、  
を備えることを特徴とする。

また、第 2 の発明は、第 1 の発明において、

前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えているか否かを判断する実 EGR 判断手段を備えると共に、

前記吸入空気量制御手段は、高機関回転数下でフューエルカットが開始された後、前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えるのを待って、吸入空気量を減量させるための制御を開始する制御遅延手段を含むことを特徴とする。

また、第 3 の発明は、第 2 の発明において、

吸気弁開弁期間と排気弁開弁期間とが重なるバルブオーバーラップ期間を可変とする可変動弁機構を備え、

前記 EGR 制御手段は、前記可変動弁機構を駆動して内部排気ガス再循環量を増減させる VVT 制御手段を含み、

前記実 EGR 判断手段は、前記可変動弁機構の状態に基づいて、前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えているか否かを判断することを特徴とする。

また、第 4 の発明は、第 2 または第 3 の発明において、前記吸入空気量制御手段は、高機関回転数下でフューエルカットが開始された後、前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えるまでは、フューエルカットの開始時以上の吸入空気量を維持する手段を含むことを特徴とする。

5      また、第 5 の発明は、第 1 乃至第 4 の発明の何れかにおいて、  
前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えているか否かを判断する実 EGR 判断手段と、

フューエルカットの実行条件が成立した後、前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えるまでは、フューエルカットの実行を禁止するフュー  
10      エルカット禁止手段と、

を備えることを特徴とする。

また、第 6 の発明は、第 5 の発明において、フューエルカットの実行条件が成立した後、フューエルカット禁止限界期間が経過した時点で、フュー  
エルカットの実行禁止を解除するフューエルカット禁止解除手段を更に  
15      備えることを特徴とする。

また、第 7 の発明は、第 1 乃至第 6 の発明の何れかにおいて、

アクセル開度に基づいてスロットル開度を電子制御するスロットル開度電子制御手段を備えると共に、

前記フューエルカット手段は、フューエルカットの実行条件が成立して  
20      いるか否かを、前記アクセル開度に基づいて判断することを特徴とする。

また、第 8 の発明は、第 1 乃至第 7 の発明の何れかにおいて、

フューエルカットの継続時間が所定時間に達した時点で、前記 EGR 制御手段による前記排気ガス再循環量の増量補正を解除する EGR 増量解除手段と、

25      フューエルカットの継続時間が前記所定時間に達した時点で、前記吸入空気量制御手段による前記吸入空気量の減量補正を解除する減量解除手段



と、

を備えることを特徴とする。

また、第 9 の発明は、第 8 の発明において、フューエルカットの開始後、  
内燃機関の排気通路に配置される触媒が酸素を一杯に吸蔵したと推定され  
5 る時点で、前記継続時間が前記所定時間に達したと判断する継続時間判断  
手段を更に備えることを特徴とする。

また、第 10 の発明は、第 9 の発明において、

前記触媒は、直列に配置された上流触媒と下流触媒を含み、

前記上流触媒の下流に配置された下流酸素センサを備え、

10 前記継続時間判断手段は、

フューエルカットの開始後、前記下流酸素センサの出力がリーン出力と  
なった時点からの積算吸入空気量を算出する空気量積算手段と、

前記積算吸入空気量が、前記下流触媒に酸素を一杯に吸蔵させる値に到  
達した時点で、前記継続時間が前記所定時間に達したと判断する判断手段  
15 とを含むことを特徴とする。

また、第 11 の発明は、第 10 の発明において、

前記上流触媒の酸素吸蔵容量を検出する上流側酸素吸蔵容量検出手段と、

前記下流触媒に酸素を一杯に吸蔵させる値を、前記上流触媒の酸素吸蔵  
容量に基づいて設定する設定手段と、

20 を更に備えることを特徴とする。

また、第 12 の発明は、第 8 乃至第 11 の発明の何れかにおいて、

フューエルカットの継続時間が前記所定時間に達した時点で、吸入空気  
量を、フューエルカットの開始前における流量に比して多い冷却目的流量  
に制御する冷却流量実現手段と、

25 フューエルカットが継続されたまま前記冷却目的流量が所定の冷却時間  
だけ維持された時点で、吸入空気量を、フューエルカットの開始前におけ

る流量に比して大きく、且つ、前記冷却目的流量に比して少ない流量に制御する流量変更手段と、

を備えることを特徴とする。

また、第 1 3 の発明は、第 1 2 の発明において、

5 内燃機関の排気通路に配置された触媒の温度を検知または推定する触媒温度検知推定手段と、

前記触媒の温度に基づいて前記冷却時間を設定する冷却時間設定手段と、  
を備えることを特徴とする。

また、第 1 4 の発明は、第 1 乃至第 1 3 の発明の何れかにおいて、

10 前記 EGR 制御手段は、

排気ガス再循環量を変化させるべく作動する EGR 可変機構と、

前記 EGR 可変機構の作動速度を検出する作動速度検出手段と、

フューエルカット時における前記 EGR 可変機構の作動量を、前記作動速度に基づいて設定する作動量設定手段と、

15 を含むことを特徴とする。

また、第 1 5 の発明は、第 1 4 の発明において、前記吸入空気量制御手段は、フューエルカット時における前記吸入空気量の絞り量を、前記作動量が大きいほど小さな値に設定する絞り量設定手段を含むことを特徴とする。

20 また、第 1 6 の発明は、第 1 4 または第 1 5 の発明において、前記作動速度検出手段は、機関回転数が判定値を超える領域での前記 EGR 可変機構の作動速度を検出することを特徴とする。

また、第 1 7 の発明は、第 1 6 の発明において、

前記作動速度検出手段は、

25 任意の機関回転数下で前記 EGR 可変機構の作動速度を計測する作動速度計測手段と、

前記作動速度の計測時における機関回転数を記憶する回転数記憶手段と、  
前記計測時における機関回転数に基づいて、前記作動速度計測手段によって計測された作動速度を、前記判定値を超える領域での作動速度に変換する変換手段と、

5      を備えることを特徴とする。

また、第18の発明は、第14乃至第17の発明の何れかにおいて、  
前記EGR可変機構は、内燃機関の油圧を駆動源としており、  
前記作動速度検出手段は、

10      任意の油温下で前記EGR可変機構の作動速度を計測する作動速度計測手段と、

前記作動速度の計測時における油温を記憶する油温記憶手段と、  
所定のタイミングで油温を検出する油温検出手段と、

前記計測時における油温と、前記所定のタイミングにおける油温とに基づいて、前記作動速度計測手段によって計測された作動速度を、前記所定の  
15      タイミングにおける作動速度に変換する変換手段と、  
を備えることを特徴とする。

また、第19の発明は、第12の発明において、前記冷却流量実現手段、  
および前記流量変更手段は、スロットル開度またはアイドルスピードコントロール（ISC）バルブ流量を制御することにより吸入空気量を制御すること  
20      を特徴とする。

また、第20の発明は、第1乃至第19の発明の何れかにおいて、前記吸入空気量制御手段は、スロットル開度またはアイドルスピードコントロール（ISC）バルブ流量を制御することにより吸入空気量を制御することを特徴とする。

25      第1の発明によれば、高機関回転数下でのフューエルカット時には、多量の排気ガス再循環量を生じさせ、かつ、吸入空気量を少なくすることが

できる。排気ガス再循環量が多量に確保されれば、高機関回転下でフューエルカットが行われても、過剰な吸気負圧の発生を回避することができる。

また、この場合、フューエルカットの実行中も、触媒に流れ込むガスが過度にリッチ化するのを避けることができる。このため、本発明によれば、

- 5 高機関回転数下でフューエルカットが実行された場合に、オイル上がりを十分に抑制しつつ、触媒の劣化を十分に抑制することができる。更に、本発明によれば、内燃機関の運転状態が不安定になりがちな低機関回転数下では、高機関回転数下とは異なり、排気ガス再循環量が抑制され、かつ、吸入空気量の絞りも抑制される。このため、本発明によれば、低機関回転
- 10 下でのフューエルカットからの復帰時に、内燃機関の運転が不安定になるのを回避することができる。

第2の発明によれば、高機関回転数下でフューエルカットが開始された場合に、排気ガス再循環量の増量が指令された後、現実には、その順完了が判定値を超えるまでは、吸入空気量を少なくするのを待つことができる。

- 15 排気ガス再循環量が現実には確保される以前に吸入空気量が絞られると、一時的に吸気管圧力が過度に負圧化して、オイル上がりが生じ易い状態となる。本発明によれば、このような状態が生ずるのを防ぎ、オイル消費量の増大を確実に阻止することができる。

- 第3の発明によれば、可変動弁機構を制御して、バルブオーバーラップ
- 20 期間を変化させることにより排気ガス再循環量（内部 EGR 量）を増減させることができる。この場合、現実の内部 EGR 量は、可変動弁機構の状態に応じて決定される。そして、本発明によれば、可変動弁機構の状態を基礎とすることにより、排気ガス再循環量が判定値を超えているか否かを精度良く判定することができる。

- 25 第4の発明によれば、高機関回転数下でフューエルカットが開始された後、排気ガス再循環量が十分に確保されるまでは、吸入空気量を多量に維

持しておくことができる。このため、本発明によれば、フューエルカットの開始直後に、吸気管圧力が過剰に負圧化されるのを、確実に阻止することができる。

第5の発明によれば、フューエルカットの実行条件が成立した後、排気ガス再循環量の現実値が十分に確保されるまでは、フューエルカットの実行を禁止しておくことができる。このため、本発明によれば、フューエルカットの開始直後に、リーンなガスが多量に触媒に流入するのを防ぎ、触媒の劣化が進むのを有効に防ぐことができる。

第6の発明によれば、フューエルカットの実行条件が成立した後、フューエルカット禁止限界期間が経過した後は、排気ガス再循環量が十分に確保されていなくても、フューエルカットの実行を開始させることができる。このため、本発明によれば、運転者の期待する減速感を適正に発生させることができる。

第7の発明によれば、スロットル開度を基礎とすることなく、アクセル開度を基礎としてフューエルカットの実行条件の成立性を判断することができる。このため、本発明によれば、アクセル開度がスロットル開度に反映されるまでの時間差に影響されることなく、フューエルカット条件の成立を、迅速に判断することが可能である。

第8の発明によれば、フューエルカットの継続時間が所定時間に達した時点で、排気ガス再循環量の増量補正を解除し、また、吸入空気量の減量補正を解除することができる。フューエルカットが長期にわたって継続すると、触媒内が酸素で飽和するため、触媒へのリーンガスの流入を抑制する理由が消滅する。むしろ、この場合は、フューエルカット後の安定運転のためには、排気ガス再循環量を減らして、空気量を増やしてオイル上がりを取り除いた方がよい。本発明によれば、上記の要求に応じて、フューエルカット後の内燃機関の安定運転を可能とすることができる。



第 9 の発明によれば、触媒が酸素で飽和する時期と同期して、所定時間の継続を判定することができる。このため、本発明によれば、触媒の保護を十分に図りつつ、フューエルカット後の安定運転に有利な状況を、可能な限り早期に作り出すことができる。

- 5 第 10 の発明によれば、排気通路に配置された上流触媒の下流にリーンなガスが吹き抜け始めた後、下流触媒を酸素で飽和させるに足る積算吸入空気量が流通した時点で所定時間の継続を判定することができる。上記の判定方法によれば、上流触媒の酸素吸蔵量の後差分を判定の要素から排除  
10 することができるため、所定時間の継続に関する判定精度を十分に高めることができる。

- 第 11 の発明によれば、下流触媒を酸素で飽和させるのに必要な積算吸入空気量の値を、上流触媒の酸素吸蔵容量に基づいて設定することができる。下流触媒を酸素で飽和させるのに必要な空気量は、下流触媒の酸素吸蔵容量に応じて決定される。そして、下流触媒の酸素吸蔵容量と、上流触  
15 媒の酸素吸蔵容量との間には高い相関が認められる。このため、本発明によれば、下流触媒を酸素で飽和させるための積算吸入空気量の値を、精度良く設定することが可能である。

- 第 12 の発明によれば、フューエルカットの継続時間が所定時間に達した時点で、つまり、触媒に対する空気の流入を抑制する必要が消滅したと  
20 判断される時点で、吸入空気量を冷却目的流量とすることができる。この場合、多量の吸入空気量の流通が許可されるため、触媒の冷却が促される。触媒は、リーンガスに晒されていても、その温度が低ければ急激に劣化することはない。本発明によれば、触媒の酸素飽和が避けられない状況下では、触媒を急激に冷却することにより、その劣化の進行を抑えることが  
25 できる。更に、本発明によれば、触媒が十分に冷却された後は（冷却時間の経過後は）、吸入空気量を適当に確保しておくことにより、オイル上がりの



発生を有効に防ぐことができる。

第 1 3 の発明によれば、触媒の温度に基づいて冷却時間を設定することができる。このため、本発明によれば、触媒を冷却するうえで過不足の無い適当な期間だけ、吸入空気量を冷却目的流量とすることができる。

- 5 第 1 4 の発明によれば、フューエルカット時における EGR 可変機構の作動量を、事前に検知した EGR 可変機構の作動速度に基づいて設定することができる。フューエルカット中の作動量が、EGR 可変機構の作動速度に基づいて設定されていると、フューエルカットからの復帰時に、大きな遅延を伴わずに EGR 可変機構を通常運転に適した状態に復帰させることができる。
- 10 る。このため、本発明によれば、フューエルカットからの復帰時に、内燃機関の状態が不安定になるのを、常に防ぐことができる。

- 第 1 5 の発明によれば、フューエルカット時における吸入空気量の絞り量を、EGR 可変機構の作動量が大きいほど小さな値に設定することができる。つまり、本発明によれば、EGR 可変機構の作動量が大きく、EGR 量が十分に確保できている状況下では、吸入空気量を十分に絞り、一方、EGR 可変機構の作動量が小さく、EGR 量が十分に確保されていない状況下では、吸入空気量をある程度大きな値にすることができる。このため、本発明によれば、フューエルカットの実行中に、設定された作動量を前提として、常に、オイル上がりと触媒保護とを両立するうえで最適な状況を作り出す
- 15
- 20 ことができる。

- 第 1 6 の発明によれば、機関回転数が判定値を超える領域で、EGR 可変機構が示す作動速度を検出することができる。EGR 可変機構には、機関回転数が高いほど大きな作動量が求められる。このため、フューエルカットからの復帰時に EGR 可変機構が遅滞なく通受運転に適した状態に戻れることを保証するためには、高回転域での作動速度に基づいて EGR 可変機構の作動量を設定しておくことが適切である。本発明によれば、その要求を満
- 25

たすことができるため、フューエルカットからの復帰時における内燃機関の安定性を、確実に確保することができる。

第 17 の発明によれば、任意の機関回転数下で計測した EGR 可変機構の作動速度を変換することにより、判定値を超える領域での作動速度を検知  
5 することができる。このような手法によれば、内燃機関が高回転域に入るのを待たずに EGR 可変機構の作動速度を取得することが可能である。このため、本発明によれば、内燃機関の始動後、EGR 可変機構の作動速度を速やかに取得することができる。

第 18 の発明によれば、任意の油温下で計測した EGR 可変機構の作動速  
10 度を変換することにより、所定のタイミングにおける作動速度を検知することができる。EGR 可変機構は、油圧を駆動源としているため、油温が異なれば作動速度も異なったものとなる。本発明によれば、その油温の変動に影響されることなく、所定のタイミングにおいて、適正な作動速度を検出することができる。このため、本発明によれば、フューエルカットから  
15 の復帰時に、常に安定した運転状態を実現することができる。

第 19 または第 20 の発明によれば、スロットル開度またはアイドルスピードコントロール (ISC) バルブ流量を制御することにより、吸入空気量に求められる変化を容易かつ正確に実現することができる。

## 20 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の実施の形態 1 の構成を説明するための図である。

第 2 図は、機関回転数 NE が十分に高い環境下で F/C が実行された場合に、本発明の実施の形態 1 において実現される動作を説明するためのタイミングチャートである。

25 第 3 図は、本発明の実施の形態 1 において実行されるメインルーチンのフローチャートである。

第4図は、図3に示すルーチン中で参照される通常目標値  $vt1$  のマップである。

第5図は、図3に示すルーチン中で参照される減速時目標値  $vt2$  のマップである。

5 第6図は、図3に示すルーチン中で参照される判定値  $\alpha$  のマップである。

第7図は、図3に示すルーチン中で参照される第1補正係数  $kfcta1$  のマップである。

第8図は、図3に示すルーチン中で参照される第2補正係数  $kfcta2$  のマップである。

10 第9図は、本発明の実施の形態2の動作を説明するためのタイミングチャートである。

第10図は、本発明の実施の形態2において実行されるメインルーチンのフローチャートである。

15 第11図は、本発明の実施の形態3の特徴を説明するためのタイミングチャートである。

第12図は、本発明の実施の形態3において実行されるメインルーチンのフローチャートである。

第13図は、本発明の実施の形態4の動作を説明するためのタイミングチャートである。

20 第14図は、本発明の実施の形態4において実行されるメインルーチンのフローチャートである。

第15図は、本発明の実施の形態4においてリーンガス流入積算量  $TGas_{o2}$  を算出するために実行されるルーチンのフローチャートである。

25 第16図は、本発明の実施の形態4において飽和判定値  $E$  を算出するために実行されるルーチンのフローチャートである。

第17図は、図16に示すルーチン中で参照される飽和判定値  $E$  のマッ

プである。

第 18 図は、本発明の実施の形態 5 の動作を説明するためのタイミングチャートである。

5 第 19 図は、本発明の実施の形態 5 において実行されるメインルーチンのフローチャート（その 1）である。

第 20 図は、本発明の実施の形態 5 において実行されるメインルーチンのフローチャート（その 2）である。

第 21 図は、図 20 に示すルーチン中で参照される第 3 補正係数  $k_{fcta3}$  のマップである。

10 第 22 図は、本発明の実施の形態 5 において冷却判定値  $F$  を算出するために実行されるルーチンのフローチャートである。

第 23 図は、図 22 に示すルーチン中で参照される冷却判定値  $F$  のマップである。

15 第 24 図は、本発明の実施の形態 6 において補正係数を算出するために実行されるルーチンのフローチャートである。

第 25 図は、図 24 に示すルーチン中で補正係数  $k_{dvt2}$  を算出するために参照されるマップである。

第 26 図は、図 24 に示すルーチン中で補正係数  $k_{dta2}$  を算出するために参照されるマップである。

20 第 27 図は、本発明の実施の形態 6 において実行されるメインルーチンのフローチャートである。

第 28 図は、本発明の実施の形態 7 において補正係数を算出するために実行されるルーチンのフローチャートである。

25 第 29 図は、図 28 に示すルーチン中で補正係数  $k_{ne}$  を算出するために参照されるマップである。

第 30 図は、本発明の実施の形態 8 において補正係数を算出するために

実行されるルーチンのフローチャートである。

第 31 図は、図 30 に示すルーチン中で第 1 および第 2 の VVT 遅角補正係数  $k_{tho1}$ 、 $k_{tho2}$  を算出するために参照されるマップである。

## 5 発明を実施するための最良の形態

実施の形態 1.

### [システム構成の説明]

図 1 は、本発明の実施の形態 1 の構成を説明するための図を示す。図 1 に示すように、本実施形態のシステムは、内燃機関 10 を備えている。内  
10 燃機関 10 には、吸気通路 12 および排気通路 14 が連通している。

吸気通路 12 には、その内部を流れる空気量、すなわち、内燃機関 10 に流入する吸入空気量  $G_a$  を検知するエアフロメータ 16 が配置されている。エアフロメータ 16 の下流には、スロットル弁 18 が配置されている。スロットル弁 18 は、アクセル開度に基づいてスロットルモータ 20 により  
15 り駆動される電子制御式のバルブである。スロットル弁 18 の近傍には、スロットル開度  $TA$  を検出するためのスロットルポジションセンサ 22、およびアクセル開度  $AA$  を検出するためのアクセルポジションセンサ 24 が配置されている。

内燃機関 10 は、複数の気筒を有する多気筒式の機関であり、図 1 は、  
20 そのうちの一气筒の断面を示している。内燃機関 10 が備える個々の気筒には、吸気通路 12 に通じる吸気ポート、および排気通路 14 に通じる排気ポートが設けられている。吸気ポートには、その内部に燃料を噴射するための燃料噴射弁 26 が配置されている。また、吸気ポートおよび排気ポートには、それぞれ、吸気通路 12 と筒内、或いは排気通路 14 と筒内を  
25 導通状態または遮断状態とするための吸気弁 28 および排気弁 30 が設けられている。



吸気弁 28 および排気弁 30 は、それぞれ可変動弁 (VVT) 機構 32, 34 により駆動される。可変動弁機構 32, 34 は、それぞれ、クランク軸の回転と同期して吸気弁 28 および排気弁 30 を開閉させると共に、それらの開弁特性 (開弁時期、作用角、リフト量など) を変更することができる。

5 内燃機関 10 は、クランク軸の近傍にクランク角センサ 36 を備えている。クランク角センサ 36 は、クランク軸が所定回転角だけ回転する毎に、Hi 出力と Lo 出力を反転させるセンサである。クランク角センサ 36 の出力によれば、クランク軸の回転位置や回転速度、更には、機関回転数 NE などを検知することができる。

10 内燃機関 10 の排気通路 14 には、排気ガスを浄化するための上流触媒 (SC) 38 および下流触媒 (UF) 40 が直列に配置されている。また、上流触媒 38 の上流には、その位置で排気空燃比を検出するための空燃比センサ 42 が配置されている。更に、上流触媒 38 と下流触媒 40 との間には、その位置の空燃比がリッチであるかリーンであるかに応じた信号を発生する酸素センサ 44 が配置されている。

図 1 に示すシステムは、ECU (Electronic Control Unit) 50 を備えている。ECU 50 には、上述した各種センサやアクチュエータが接続されている。ECU 50 は、それらのセンサ出力に基づいて、内燃機関 10 の運転状態を制御することができる。

## 20 [実施の形態 1 の特徴]

(高 NE 下での F/C 動作)

本実施形態のシステムは、内燃機関 10 の運転中にスロットル開度 TA がアイドル開度とされた場合に、燃料の噴射を停止する処理、つまり、フューエルカット (F/C) を実行する。図 2 は、機関回転数 NE が十分に高い環境下で F/C が実行された場合の本実施形態の動作を説明するためのタイミングチャートである。



より具体的には、図 2 A は、F/C の実行状態を表す波形を示す。ここでは、時刻  $t_0$  において F/C が開始された場合を例示している。図 2 B は、吸気管圧力  $PM$  の波形を示す。但し、図 2 B における破線は、オイル上がりやオイル下がりを生じさせることのない吸気管圧力  $PM$  の許容限界値である。

5 図 2 C は、内部 EGR (Exhaust Gas Recirculation) の変化を表す波形を示す。また、図 2 D は、スロットル開度  $TA$  の変化を表す波形を示す。ここには、具体的には、時刻  $t_0$  の直前に、スロットル開度  $TA$  が急激に閉じられた例を示している。

F/C は、内燃機関 10 の運転中に、スロットル開度  $TA$  が急激に閉じられることにより開始される。このため、F/C の開始後は、吸気管圧力  $PM$  が大きく負圧化し易い状態が形成される。この際、吸気管圧力  $PM$  が許容限界値を超えて負圧化すると、内燃機関 10 においてオイル上がり（ピストン周囲から燃焼室へのオイルの進入）やオイル下がり（バルブステム周囲から燃焼室へのオイルの進入）が発生し、オイル消費量が増大する事態が生ずる。

ところで、吸気管圧力  $PM$  の負圧化は、スロットル開度  $TA$  を大きくすることにより回避することができる。従って、F/C の開始後、特に、吸気管圧力  $PM$  が大きく負圧化し易い高回転領域において、スロットル開度  $TA$  を、基本のアイドル開度  $TA_0$ （低回転領域でのアイドル開度）より大きな開度  
20 に保てば、吸気管圧力  $PM$  を許容限界値より高圧に保ち、オイル上がりやオイル下がりの発生を防ぐことが可能である。

しかしながら、F/C の実行中は、燃料噴射が行われないことから、触媒（上流触媒 38 および下流触媒 40）に流れ込むガスは極端にリーンに偏ったものとなる。そして、高温の触媒にリーンなガスが流入すると、触媒の劣化が進行し易い。このため、F/C の開始後にスロットル開度  $TA$  を開いてリーンガスの流通量を増やすと、オイル消費量の増加は防げるものの、  
25

上流触媒 38 および下流触媒 40 の劣化は促進されることとなる。

図 1 に示すシステムによれば、可変動弁機構 34 により排気弁 30 の開弁位相を遅角することにより、バルブオーバーラップ期間、つまり、吸気弁 28 と排気弁 30 が共に開弁状態となる期間を伸ばすことができる。そして、バルブオーバーラップ期間が伸びれば、吸気弁 28 の開弁後に吸気通路 14 に逆流する既燃ガス量、つまり、内部 EGR 量が増加する。

吸気管圧力 PM は、スロットル弁 18 の下流におけるガス量が多いほど大気圧に近づく。そして、そのガス量は、スロットル弁 18 を通過した新気ガスの量と、バルブオーバーラップの期間中に生じた内部 EGR ガス量との和である。このため、内部 EGR 量が十分に多量であれば、スロットル開度 TA が如何に小さくても、吸気管圧力 PM が過度に負圧化することはない。

更に、内部 EGR 量を十分に確保した状態でスロットル開度 TA を絞れば、筒内の既燃ガス比率を十分に高めることができる。そして、F/C の実行中にそのような状態が実現されれば、触媒に流入するガスの極端なリーン化を避けることができる。

以上説明した通り、図 1 に示すシステムによれば、高回転領域で F/C が開始された場合においても、十分な内部 EGR が生ずるようなバルブオーバーラップを発生させた状態でスロットル開度 TA を十分に絞ることとすれば、オイル上がりやオイル下がりの発生を防ぎつつ、上流触媒 38 および下流触媒 40 の劣化進行を有効に抑制することが可能である。

但し、図 1 に示す構成において、可変動弁機構 34 に対して指令が発せられた後、現実には所望の内部 EGR 量が得られるまでには、つまり、現実には所望のバルブオーバーラップが得られるまでには、アクチュエータの作動時間が必要である。このため、内部 EGR 量の現実値は、図 2 C に示すように、F/C の開始後（時刻  $t_0$  の後）、上記の作動時間の後に収束値に達する。

そして、内部 EGR 量が十分に収束値に近づく以前にスロットル開度 TA

が絞られれば、必然的にオイル上がりやオイル下がりの問題が生ずる。そこで、本実施形態では、図 2 D に示すように、F/C の開始後、内部 EGR 量の現実値が十分な量に達するまでは、スロットル開度 TA を一時的に基本のアイドル開度 TA0 より大きな値とし、その後、内部 EGR 量が十分に確保された時点で、スロットル開度 TA に絞り補正を施すこととした。このようなスロットル操作によれば、F/C の開始後に、空気の流通量を十分に少なく抑えつつ、吸気管圧力 PM が過剰に負圧化するのを防ぐことができる。このため、本実施形態の装置によれば、F/C の実行に伴うオイル消費量の増大および触媒の劣化を有効に防ぐことが可能である。

10 (低 NE 下での F/C 動作)

上述した動作は、高 NE 下で F/C が開始された場合の動作である。機関回転数 NE が十分に高い場合は、F/C の実行中に筒内に高い比率で既燃ガスが存在し、また、大きなバルブオーバーラップが確保されていても、F/C の終了前にオーバーラップを小さくすることで、エンジンストールが生ずる以前に通常の安定運転状態を復元することができる。

ところが、機関回転数 NE が低い領域での F/C 中に、上記同様の状態が形成されていると、F/C の終了後、筒内ガスの新気比率が十分に高くなる以前に、内燃機関 10 がストール状態に至ることがある。このため、本実施形態のシステムは、F/C が低 NE 下で実行されている場合は、高 NE 下での F/C 中に比して、バルブオーバーラップ期間を短縮して、かつ、スロットル開度 TA の絞りを緩めることとしている。

このような処理によれば、低 NE 下で実行されていた F/C が終了された直後に、即座に安定運転の可能な状況を再現することが可能である。このため、本実施形態のシステムによれば、低 NE 下での F/C の終了後に、内燃機関 10 がストールするのを有効に防ぐことができる。

[実施の形態 1 における具体的処理]

図3は、上記の機能を実現するために本実施形態において ECU 50 が実行するルーチンのフローチャートである。図3に示すルーチンによれば、  
5 先ず、機関回転数 NE と負荷率  $k1$  とが取り込まれる（ステップ100）。機関回転数 NE は、クランク角センサ 36 の出力に基づいて取得することができる。負荷率  $k1$  は、スロットル開度 TA を全開とした時に得られる吸入空気量と、実吸入空気量  $Ga$  との比率であり、エアフロメータ 16 の出力等に基づいて取得することができる。

次に、機関回転数 NE と負荷率  $k1$  とに基づいて、可変動弁機構 34 の通常目標値  $vt1$  が算出される（ステップ102）。通常目標値  $vt1$  は、F/C 中  
10 でない通常の運転時におけるバルブタイミング VVT の目標値である。ECU 50 は、図4に示すように、通常目標値  $vt1$  を、機関回転数 NE と負荷率  $k1$  との関係で定めたマップを記憶している。ここでは、そのマップを参照することにより、通常目標値  $vt1$  が算出される。

尚、図4に示す上記マップによれば、例えば、負荷率  $k1$  が 10% 以下である低負荷領域では、機関回転数 NE が如何なる値であっても、通常目標値  
15  $vt1$  は 0 とされる。通常目標値  $vt1 = 0$  が実現されると、バルブオーバーラップは発生しない。このため、通常目標値  $vt1$  が用いられる限りは、低負荷領域において、内部 EGR ガスは発生しない。

図3に示すルーチンでは、次に、減速 F/C 条件が成立しているか否かが  
20 判別される（ステップ104）。より具体的には、ここでは、スロットル開度 TA が基本アイドル開度  $TA0$  まで閉じられているかが判別される。

スロットル開度 TA が基本アイドル開度  $TA0$  より大きい場合は、減速 F/C 条件の不成立が認められる。この場合は、通常の運転を継続するべく、先  
25 ず、バルブタイミング VVT が通常目標値  $vt1$  に向けて制御される（ステップ106）。

次に、スロットル開度 TA が、アクセル開度 AA に応じて制御される（ス

ステップ 1 0 8)。その後、F/C の実行が禁止された状態であることを表すべく、F/C 実行フラグ XFC に 0 がセットされる（ステップ 1 1 0）。以上の処理が実行された場合、内燃機関 1 0 は、運転者のアクセル操作量に応じた通常の運転を継続する。 1

- 5      図 3 に示すルーチン中、ステップ 1 0 4 において減速 F/C 条件の成立 ( $TA \leq TA0$  の成立) が認められた場合は、次に、バルブタイミング VVT の減速時目標値  $vt2$  が算出される（ステップ 1 1 2）。減速時目標値  $vt2$  は、減速 F/C の実行中に実現するべきバルブタイミング VVT の値である。

- 10      図 5 は、減速時目標値  $vt2$  を算出するために ECU 5 0 が記憶しているマップの一例を示す。図 5 に示すマップにおいて、減速時目標値  $vt2$  は、機関回転数 NE との関係で定められている。より具体的には、減速時目標値  $vt2$  は、アイドル回転数付近で 0 となり、機関回転数 NE が高くなるほど大きな値（最大値 2 0）となるように定められている。

- 15      減速時目標値  $vt2$  は、負荷率  $k1$  が 1 0 % に比して十分に小さい状況下で用いられる目標値である。通常目標値  $vt1$  は、このような状況下では全回転領域において 0 とされる。従って、減速時目標値  $vt2$  は、通常目標値  $vt1$  に比して、機関回転数 NE が高くなるに連れて大きな値になるように設定されている。

- 20      本実施形態のシステムは、バルブタイミング VVT が大きな値になるほどバルブオーバーラップ期間が長くなるように構成されている。そして、内部 EGR 量は、上述した通り、バルブオーバーラップ期間が長いほど多量となる。このため、バルブタイミング VVT が減速時目標値  $vt2$  とされる場合は、機関回転数 NE が高いほど、長期に渡るバルブオーバーラップ期間が確保され、また、機関回転数 NE が低くなるに連れて、バルブオーバーラップ  
25      期間が 0 に向けて縮小されることになる。

図 3 に示すルーチンでは、次に、実バルブタイミング  $vtt$  が、判定値  $\alpha^\circ$



CA を超えているか否かが判別される（ステップ 1 1 4）。本実施形態のシステムにおいては、可変動弁機構 3 4 に対してバルブタイミング VVT を減速時目標値  $vt2$  に一致させるための指令が発せられた後、現実には VVT が  $vt2$  に一致するまでには、ある程度のアクチュエータ作動時間が必要である。

- 5   つまり、本実施形態のシステムでは、減速時目標値  $vt2$  が定められた後、過度の吸気負圧の発生を回避するに足る内部 EGR 量が確保されるまでには、ある程度の時間が必要である。本ステップ 1 1 2 で用いられる  $vtt > \alpha^\circ$  CA なる条件は、実質的には、所望の内部 EGR 量が確保される程度に実バルブタイミング  $vtt$  が変化したかを判断するための条件である。

- 10   図 6 は、判定値  $\alpha$  を設定するために ECU 5 0 が記憶しているマップの一例である。つまり、ECU 5 0 は、図 6 に示すマップを参照して、判定値  $\alpha$  を設定する。図 6 に示すマップによれば、判定値  $\alpha$  は、低 NE 領域では最小値に維持され、中 NE 領域では NE に対して比例的に増減し、また、高 NE 領域では最大値に維持される。低 NE 領域では、さほど大きなバルブオーバーラップを必要とせずに過剰な吸気負圧の発生を回避することが可能である。
- 15   一方、高 NE 領域では、過度の吸気負圧の発生を防ぐためには大きなバルブオーバーラップが必要である。図 6 に示すマップによれば、それらの事情の相違に応じて、全 NE 領域において、過不足のない判定値  $\alpha$  を設定することが可能である。

- 20   図 3 に示すルーチン中、上記ステップ 1 1 4 において、 $vtt > \alpha^\circ$  CA の不成立が認められた場合は、未だ、十分の内部 EGR 量が確保されていないと判断することができる。この場合は、次に、減速 F/C 時における第 1 の目標スロットル開度  $ta1$  を設定するための処理が実行される。より具体的には、ここでは、先ず、第 1 補正值  $kfcta1$  が算出される（ステップ 1 1 6）。

- 25   本実施形態において、ECU 5 0 は、スロットル開度 TA の目標値（目標  $ta$ ）を、次式により算出する。



目標  $ta = \text{基本アイドル開度 } TA0 + \text{第1補正係数 } kfcta1$

$- \text{第2補正係数 } kfcta2 \quad \dots (1)$

上記 (1) 式によれば、目標  $ta$  は、第1補正係数  $kfcta1$  が大きいほど大きな値となり、一方、第2補正係数  $kfcta2$  が大きいほど小さな値となる。

5 つまり、第1補正係数  $kfcta1$  は、目標  $ta$  を広げるための補正係数であり、第2補正係数  $kfcta2$  は目標  $ta$  を絞るための補正係数である。

図7は、第1補正係数  $kfcta1$  を算出するために ECU 50 が記憶しているマップの一例を示す。上記ステップ116では、このマップを参照することにより第1補正係数  $kfcta1$  が算出される。このマップによれば、第1補  
10 正係数  $kfcta1$  は、機関回転数  $NE$  が高いほど大きな値に設定され、また、機関回転数  $NE$  がアイドル回転数の近傍値である場合には最小値0に設定される。

第1補正係数  $kfcta1$  の算出が終わると、次に、第2補正係数  $kfcta2$  に0が設定される (ステップ118)。以上の処理によれば、目標  $ta$  は、機  
15 関回転数  $NE$  が高いほど、基本アイドル開度  $TA0$  に比して大きな値に設定されることになる。ここでは、そのような特性を有する目標  $ta$  を第1の目標スロットル開度  $ta1$  と称することとする。

図3に示すルーチン中、上記ステップ114において、 $v_{tt} > \alpha^\circ \text{CA}$  の成立が認められた場合は、過度な吸気負圧の発生を回避するに足る内部  
20 EGR量が既に確保されていると判断することができる。この場合は、以後、減速 F/C 時における第2の目標スロットル開度  $ta2$  を算出するための処理が実行される。

ここでは、まず、第1補正係数  $kfcta1$  が0とされる (ステップ120)。次いで、図8に示すマップを参照して、第2補正係数  $kfcta2$  が算出される  
25 (ステップ122)。

図8に示すマップは、機関回転数  $NE$  が高いほど第2補正係数  $kfcta2$  が

大きな値となり、また、機関回転数 NE がアイドル回転数の近傍値である場合に第 2 補正係数 kfcta2 が最小値 0 となるように定められている。第 2 補正係数 kfcta2 は目標 ta を絞るための補正係数であるから、上記ステップ 1 2 0 および 1 2 2 の処理によれば、目標 ta は、機関回転数 NE が高いほど、基本アイドル開度 TA0 に比して小さな値に設定されることになる。ここでは、そのような特性を有する目標 ta を第 2 の目標スロットル開度 ta2 と称することとする。

図 3 に示すルーチンによれば、次に、機関回転数 NE が F/C 開始回転数 A より高いか否かが判別される（ステップ 1 2 4）。その結果、NE > A の成立が認められた場合は、F/C 実行フラグ XFC に 1 がセットされる（ステップ 1 2 6）。

ECU 5 0 は、他のルーチンにより、F/C 実行フラグ XFC の状態を監視しており、XFC = 1 の成立が認められる場合に F/C を実行する。このため、上記ステップ 1 2 6 の処理が実行されると、以後、内燃機関 1 0 において F/C が開始される。

図 3 に示すルーチンでは、次に、バルブタイミング VVT を減速時目標値 vt2 とするための制御が実行される（ステップ 1 2 8）。その結果、機関回転数 NE が高い領域では、大きなバルブオーバーラップが確保されるようにバルブタイミング VVT が修正され、内部 EGR 量の増量が図られる。

次に、スロットル開度 TA が上記（1）式で得られる目標 ta と一致するように、スロットル弁 1 8 が制御される（ステップ 1 3 0）。目標 ta は、上述した通り、実バルブタイミング vtt が  $\alpha^\circ$  CA に達するまでは、第 1 の目標スロットル開度 ta1、つまり、基本アイドル開度 TA0 以上の値に設定される。この場合は、機関回転数 NE が高いほど、スロットル開度 TA が大きく確保される。その結果、十分な内部 EGR 量が発生する以前であるにも関わらず、過剰な吸気負圧の発生が回避され、オイル消費量の増量が防止

される。

目標  $ta$  は、また、実バルブタイミング  $vtt$  が  $\alpha^\circ$  CA に達した後は、第  
2 の目標スロットル開度  $ta2$ 、つまり、基本アイドル開度  $TA0$  以下の値に  
設定される。この場合は、機関回転数  $NE$  が高いほど、スロットル開度  $TA$   
5 は小さな値に絞られ、上流触媒 38 および下流触媒 40 に流れ込む新気ガ  
スの流量が少量とされる。その結果、F/C の実行中における上流触媒 38  
および下流触媒 40 の劣化が抑制される。

図 3 に示すルーチン中、上記ステップ 124 において、 $NE > A$  の不成立  
が判定された場合は、次に、F/C 実行フラグ  $XFC$  に 1 がセットされている  
10 か否かが判別される（ステップ 132）。 $XFC = 1$  の成立が認められる場合  
は、F/C が既に開始されていると判断できる。この場合は、次に、機関回  
転数  $NE$  が F/C 終了回転数  $B$  まで低下しているか否かが判別される（ステッ  
プ 134）。

機関回転数  $NE$  が F/C 終了回転数  $B$  より大きいと判別された場合は、未だ  
15 F/C の終了条件が不成立であると判断できる。この場合は、再び上記ステ  
ップ 128 および 130 の処理がその順で実行される。

一方、上記ステップ 132 において、 $XFC = 1$  の不成立が認められた場合  
は、F/C を開始すべき状況が成立していないと判断できる。また、上記  
ステップ 134 において、 $NE > B$  の不成立が認められた場合は、F/C を終了  
20 すべき条件が成立したと判断することができる。これらの場合は、以後、  
通常の運転状態を実現するべく、ステップ 106 ~ 110 の処理が順次実  
行される。

以上説明した通り、図 3 に示すルーチンによれば、機関回転数  $NE$  が高い  
領域では、F/C の開始後、内部 EGR 量が確保されるまでの間は、スロット  
25 ル開度  $TA$  を大きくすることにより、オイル消費量の増量を防ぐことができ  
る。また、この領域での F/C 中は、内部 EGR 量が十分に確保された段階で

スロットル開度 TA を絞ることにより、オイル消費量の増量防止と、触媒の劣化抑制の双方を両立することができる。

更に、図 3 に示すルーチンによれば、F/C の実行中であっても、機関回転数 NE が低い領域においては、バルブタイミング VVT およびスロットル開度 TA の双方を、通常運転時の状態に近づけることができる。このため、本実施形態のシステムによれば、低回転領域で F/C が終了された後に、内燃機関 10 の運転状態が不安定になるのを確実に防止することができる。

ところで、上述した実施の形態 1 においては、排気弁 30 を駆動する可変動弁機構 34 の状態を変えることによりバルブオーバーラップ期間を変化させ、その結果として内部 EGR 量を変化させることとしているが、内部 EGR 量を変化させる手法は、このような手法に限定されるものではない。例えば、吸気弁 28 を駆動する可変動弁機構 32 の状態を変えることによりバルブオーバーラップ期間を変化させ、その結果として内部 EGR 量を変化させることとしてもよい。

また、内部 EGR 量を変化させる手法は、バルブオーバーラップ期間を増減させる手法に限定されるものではない。例えば、排気弁 30 の閉弁時期を、排気上死点以前のクランク角領域に設定した場合、その閉弁時期を前後させることにより、排気行程において筒内に閉じ込められる残留ガス量が増減する。このため、内部 EGR 量は、排気弁 30 の閉弁時期を排気上死点以前のクランク角領域で調整することにより増減させることとしてもよい。

また、上述した実施の形態 1 においては、高 NE 下での F/C 中に、内部 EGR 量を増やすことにより、吸気通路 12 内の過剰な負圧化、および過剰なリーン化を防ぐこととしているが、それらの防止手法はこれに限定されるものではない。すなわち、排気通路 14 に排出された排気ガスを吸気通路 12 に再循環させるための EGR 機構を設けたうえで、外部 EGR 量を増や

すことにより同様の機能を実現することとしてもよい。

また、上述した実施の形態 1 においては、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^{\circ}$  CA を超えるのを待って、つまり、内部 EGR 量の現実値がある程度確保されるのを待って、スロットル開度 TA の縮小補正を開始することとしているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、F/C の開始後におけるスロットル開度 TA の縮小補正は、内部（または外部）EGR 量の現実値が増大するのに伴って、TA の縮小量が EGR 量の増大量と対応するように実行することとしてもよい。

また、上述した実施の形態 1 においては、スロットル開度を制御することにより、負圧の大きさと触媒を流れる空気の流量とを制御することとしているが、その制御の対象はこれに限定されるものではない。すなわち、負圧の大きさと、触媒を流通する空気の流量とは、吸入空気量  $G_a$  を増減させることにより制御することが可能である。従って、実施の形態 1 と同様の機能は、スロットル開度に限らず、吸入空気量を変化させる要素を制御することによっても達成することが可能である。具体的には、スロットルレスの内燃機関であれば、吸気弁のリフト量、作用角、開弁タイミングなどを変化させることにより、また、スロットル弁をバイパスするアイドルスピードコントロール（ISC）弁を備える内燃機関であれば、そこを通過する ISC バルブ流量を変化させることにより実施の形態 1 の場合と同様の機能を実現することができる。

尚、上述した実施の形態 1 においては、ECU 50 が、内燃機関 10 の減速時に F/C を実行することにより前記第 1 の発明における「フューエルカット手段」が、ステップ 112 および 128 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「EGR 制御手段」および前記第 3 の発明における「VVT 制御手段」が、ステップ 122 および 130 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「吸入空気量制御手段」が、それぞれ実現されて



いる。

また、上述した実施の形態 1 においては、ECU 50 が、ステップ 114 の処理を実行することにより前記第 2 または第 3 の発明における「実 EGR 判断手段」が、ステップ 114 の条件成立を待ってステップ 120 および 122 の処理を実行することにより前記第 2 の発明における「制御遅延手段」が、それぞれ実現されている。

また、上述した実施の形態 1 においては、ECU 50 が、ステップ 116 および 118 の処理を実行することにより前記第 4 の発明における「吸入空気量を維持する手段」が実現されている。

## 10 実施の形態 2 .

次に、図 9 および図 10 を参照して、本発明の実施の形態 2 について説明する。本実施形態のシステムは、図 1 に示すハードウェア構成を用いて、ECU 50 に、後述する図 10 の示すルーチンを実行させることにより実現することができる。

## 15 [実施の形態 2 の特徴]

図 9 は、本発明の実施の形態 2 のシステムの特徴的な動作を説明するためのタイミングチャートである。より具体的には、図 9 A は、F/C 条件の成否を表す波形を示す。また、図 9 B は、F/C 条件の成立前後における実バルブタイミング  $v_{tt}$  の変化例 (2 例) を仮想的に表したチャートである。

20 更に、図 9 C は、図 9 B に示す実バルブタイミング  $v_{tt}$  の変化例に対応するスロットル開度  $TA$  の変化例 (2 例) を仮想的に示したチャートである。そして、図 9 D は、本実施形態において用いられる F/C の実行規則を表したチャートである。

図 9 A は、時刻  $t_0$  において F/C の実行条件が成立した例を示している。  
25 本実施形態のシステムは、実施の形態 1 のシステムと同様に、F/C の実行条件が成立すると、その後、内部 EGR 量を増やすために、バルブオーバー



ラップが増えるように実バルブタイミング  $v_{tt}$  を変化させる。

図 9 B 中に破線で示す波形は、時刻  $t_0$  の後、比較的短時間で実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達した例を示している。また、図 9 B 中に一点鎖線で示す波形は、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達するまでに、比較的長い時間を要した場合を例示している。

本実施形態のシステムは、実施の形態 1 のシステムと同様に、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達するまでは、過剰な吸気負圧の発生を回避するべくスロットル開度 TA を基本アイドル開度  $TA_0$  以上に維持し、 $v_{tt}$  が  $\alpha^\circ$  CA に達した時点で、スロットル開度 TA を基本アイドル開度  $TA_0$  以下に絞ることとしている。このため、スロットル開度 TA が絞られる時期は、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達するまでの時間に応じて変動する（図 9 C 参照）。

ところで、上述した制御の規則に従う場合は、F/C が開始された後、スロットル開度 TA が基本アイドル開度  $TA_0$  以下に絞られるまでの間は、比較的多量の新気が内燃機関 10 を流通することになる。この間、F/C 条件の成立に応じて F/C が現実に行われるとすれば、リーンなガスが多量に上流触媒 38 および下流触媒 40 に流れ込み、それらの劣化が促進される。換言すると、上流触媒 38 および下流触媒 40 の劣化を抑制する意味では、スロットル開度 TA が絞られるまでは、F/C 条件の成立に関わらず、現実には F/C を開始しないことが望ましい。

他方、車両の運転者は、アクセルペダルを解放した時点でエンジンプレーキによる制動力が発生することを期待する。そして、その制動力を大きく確保するためには、F/C の実況条件が成立した後、現実に行われることが望ましい。

そこで、本実施形態では、F/C の実行規則を図 9 D に示すように定めて、上述した 2 つの要求に対処することとした。すなわち、図 9 D に示す実行

規則によれば、F/C の実行条件が成立した後、時刻 C までの間は、F/C の実行禁止期間とされる。ここで、時刻 C とは、時刻  $t_0$  の後、F/C 禁止時間 C が経過した後の時刻である。そして、F/C 禁止時間 C とは、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ CA$  に達するのに確実に必要となる時間である。

- 5      また、図 9 D に示す規則によれば、時刻 C から時刻 D までの間は、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ CA$  に達することを条件に、F/C の実行が許可される期間とされる。そして、時刻 D 以降は、 $v_{tt}$  と  $\alpha$  の関係に関わらず、F/C の実行が許可される期間である。ここで、時刻 D とは、時刻  $t_0$  から禁止限界時間 D が経過した後の時刻である。また、禁止限界時間 D とは、運転者の期待する制動力を違和感無く発生させるうえで、F/C の実行開始を遅延することのできる最大限の時間である。

- 10      上述した F/C の実行規則によれば、F/C の実行開始を違和感無く遅延させ得る限りにおいて、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ CA$  に達するまで、つまり、スロットル開度  $TA$  が基本アイドル開度  $TA_0$  以下の開度に絞られるまで、F/C の実行を遅延させることができる。そして、 $v_{tt}$  が  $\alpha^\circ CA$  に達するまでに所定時間 D が経過してしまった場合には、その時点で F/C の実行を許可して、運転者の期待する制動力を確実に発生させることができる。このため、本実施形態のシステムによれば、上流触媒 38 および下流触媒 40 の確実な保護と、運転者の期待する制動力の確保とを共に実現
- 15      することができる。

20      [実施の形態 2 における具体的処理]

- 25      図 10 は、上記の機能を実現するために ECU 50 が実行するルーチンのフローチャートである。尚、図 10 において、上記図 3 に示すステップと同一のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

図 10 に示すルーチンによれば、減速 F/C 条件が不成立の間（スロット

ル開度 TA が基本アイドル開度 TA0 より大きい間) は、図 3 に示すルーチンの場合と同様に、ステップ 1 0 0 ~ 1 1 0 の処理が実行される。その結果、通常の運転状態が実現される。

スロットル開度 TA が基本アイドル開度 TA0 に閉じられると、ステップ 1 0 4 において減速 F/C 条件の成立が認められる。この場合、減速時目標値  $vt2$  が算出され、更に、実バルブタイミング  $vtt$  を  $vt2$  とするための処理が実行される (ステップ 1 4 0)。尚、本ステップ 1 4 0 の処理は、実質的には、図 3 に示すステップ 1 0 2 の処理とステップ 1 2 8 の処理との組み合わせたものであるため、ここでは、その詳細な説明は省略する。

図 1 0 に示すルーチンでは、次に、減速 F/C 条件の成立後に F/C 禁止時間 C が経過したかが判別される (ステップ 1 4 2)。減速 F/C 条件が成立した直後は、F/C 禁止時間 C の未経過が判別される。この場合は、ステップ 1 1 8 において第 2 補正係数  $kfcta2$  が 0 とされた後、第 1 補正係数  $kfcta1$  の算出と、スロットル開度 TA の制御とが実行される (ステップ 1 4 4)。

上記ステップ 1 4 4 において、第 1 補正係数  $kfcta1$  は、図 3 に示すステップ 1 1 6 の場合と同様の手法で、つまり、図 7 に示すマップを参照する手法で算出される。また、スロットル開度 TA の制御は、図 3 に示すステップ 1 3 0 の場合と同様に、上記 (1) 式により算出される目標  $ta$  を目標値として実行される。ここでは、上記 (1) 式により第 1 の目標スロットル開度  $ta1$  が算出されるため、スロットル開度 TA は、基準アイドル開度 TA0 以上の開度に制御されることになる。

図 1 0 に示すルーチンでは、次に、減速 F/C 条件の成立後、禁止限界時間 D が未経過であるかが判別される (ステップ 1 4 6)。F/C 禁止時間 C が未経過である場合は、必然的に禁止限界時間 D も未経過である。このため、F/C 禁止時間 C が未経過である間は、常に本ステップ 1 4 6 の条件が成立し、以後、ステップ 1 1 0 の処理が実行される。その結果、減速 F/C 条件

が成立した後、少なくとも F/C 禁止時間 C が経過するまでの間は、F/C の実行が常に禁止される。

減速 F/C 条件の成立後、スロットル全閉の状態が F/C 禁止時間 C だけ継続すると、ステップ 1 4 2 において、F/C 禁止時間 C の経過が判別される。

- 5 この場合、次に、ステップ 1 1 4 において、実バルブタイミング vtt が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達しているかが判別される。

- この段階で、未だ vtt が  $\alpha^\circ$  CA に達していなかった場合は、ステップ 1 1 4 の条件不成立が判別され、以後、ステップ 1 1 8, 1 4 4 および 1 4 6 の処理が実行される。その結果、禁止限界時間 D が経過するまでの間は、  
10 実バルブタイミング vtt が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達しない限り、F/C の実行が禁止され、かつ、スロットル開度 TA は第 1 の目標スロットル開度 tal に制御される。

- 実バルブタイミング vtt が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達する以前に禁止限界時間 D が経過した場合は、ステップ 1 4 6 において、禁止限界時間 D の経過が判定される。この場合、次にステップ 1 2 4 の処理が実行される。  
15

- 減速 F/C 条件が成立した後、ステップ 1 2 4 の処理が初めて実行される時点で、機関回転数 NE が F/C 開始回転数 A 以下であった場合は、ステップ 1 2 4 の条件が不成立となり、更に、ステップ 1 3 2 の条件も不成立となる。この場合は、以後、ステップ 1 0 6 ~ 1 1 0 の処理が実行され、F/C  
20 が開始されることなく、通常の運転状態が継続される。

- 一方、減速 F/C 条件の成立後、ステップ 1 2 4 の処理が初めて実行される時点で  $NE > A$  が成立していれば、ステップ 1 2 6 において F/C 実行フラグ XFC に 1 がセットされ、F/C が開始される。以後、ステップ 1 0 4 の条件が不成立とならない限り、本ルーチンが起動される毎にステップ 1 2 4, 25 1 3 2 および 1 3 4 の処理が繰り返され、機関回転数 NE が F/C 終了回転数 B に低下するまで、F/C の実行が継続される。

以上の処理によれば、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が  $\alpha^\circ$  CA に達するまでに長い時間を要した場合でも、減速 F/C 条件が成立した後、禁止限界時間 D が経過した後は、F/C の実行を開始することができる。このため、本実施形態のシステムによれば、アクセル開放により運転者が制動力の発生を期待するような状況下では、運転者に大きな違和感を与えることなく、その期待に見合った制動力を発生させることができる。

F/C の開始後、その実行が継続されている間は、ステップ 1 2 6 または 1 3 4 の処理に次いで、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が第 2 判定値  $\beta^\circ$  CA を超えているかが判別される（ステップ 1 4 8）。第 2 判定値  $\beta^\circ$  CA は判定値  $\alpha^\circ$  CA に比して大きく、かつ、減速時目標値  $vt_2$  に比して小さな値である。このため、 $v_{tt}$  が  $\alpha^\circ$  CA に達しておらず、禁止限界時間 D が経過したことにより F/C が実行されている状況下では、必然的に  $v_{tt} > \beta$  が不成立となる。

この場合、ステップ 1 2 2 の処理が行われることなく、ステップ 1 3 0 においてスロットル開度 TA が制御される。 $v_{tt}$  が  $\alpha^\circ$  CA に達していない状況下では、ステップ 1 1 8 およびステップ 1 4 4 の処理により、目標  $ta$  は第 1 の目標スロットル開度  $ta_1$  とされている。このため、 $v_{tt}$  が  $\alpha^\circ$  CA に達するまでは、F/C の開始後も、スロットル開度 TA は基本アイドル開度  $TA_0$  以上の開度に維持される。

F/C 禁止時間 C が経過し、かつ、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達した後は、禁止限界時間 D が経過している与否とに関わらず、ステップ 1 2 0 において第 1 補正係数  $k_{fcta1}$  が 0 とされる。第 1 補正係数  $k_{fcta1}$  はスロットル開度 TA を広げるための補正係数である。このため、 $k_{fcta1}$  が 0 とされると、以後、スロットル開度 TA は、基本アイドル開度  $TA_0$  以下に抑えられることになる。

以上の処理によれば、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達した



後、つまり、内部 EGR 量をある程度確保し得る状態が形成された後に、新気が多量に流入し易い状態が不必要に維持されるのを防ぎ、上流触媒 38 および下流触媒 40 の劣化を抑制するうえで有利な状況を作り出すことができる。

- 5       $v_{tt} > \alpha^\circ$  CA が成立する状況下で、 $NE > A$ 、或いは  $XFC = 1$  が成立していると、第 1 補正係数  $kfcta1$  が 0 とされた状態で F/C が実行される。そして、F/C が実行されている間は、図 10 に示すルーチンが起動される毎に、ステップ 148 において、 $v_{tt} > \beta^\circ$  CA の成否が判定される。

- 10      その結果、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ$  CA を超えた後、第 2 判定値  $\beta^\circ$  CA に達するまでの間は、ステップ 122 の処理がジャンプされる。この場合、ステップ 130 では、第 1 補正係数  $kfcta1$  および第 2 補正係数  $kfcta2$  が何れも 0 とされた状態で目標  $ta$  が算出される。このため、スロットル開度  $TA$  は、基本アイドル開度  $TA0$  に制御されることになる。

- 15      以上の処理によれば、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が、判定値  $\alpha^\circ$  CA を超えた後、まだ十分には減速時目標値  $vt2$  に近づいていない場合において、つまり、内部 EGR 量がある程度は確保できるが十分には確保できないような場合において、不必要に多量の新気を流通させず、かつ、吸気管圧力  $PM$  を過剰に負圧化させることのない適切なスロットル開度  $TA$  を実現することができる。

- 20      減速 F/C 条件の成立が維持されたまま実バルブタイミング  $v_{tt}$  が第 2 判定値  $\beta^\circ$  CA に達すると、ステップ 148 の条件成立が認められる。この場合、ステップ 122 において、第 2 補正係数  $kfcta2$  が算出された後（算出の手法は図 3 におけるステップ 122 の場合と同様）、ステップ 130 の処理が実行される。

- 25      ステップ 122 に次いでステップ 130 の処理が行われる場合は、スロットル開度  $TA$  が第 2 の目標スロットル開度  $ta2$  に制御される。このため、

5  $v_{tt}$  が  $\beta^\circ$  CA に達した後は、スロットル開度 TA を基本スロットル開度 TA0 以下に絞ることができる。以上の処理によれば、内部 EGR 量が十分に確保できる状態が形成された時点で、スロットル開度 TA を絞って、オイル上がり（オイル下がり）の防止と触媒の劣化防止とを両立する状態を実現することができる。

10 以上説明した通り、図 10 に示すルーチンによれば、減速 F/C 条件が成立した後、ある程度の内部 EGR 量が確保できるまでは ( $v_{tt} > \alpha^\circ$  CA までは)、スロットル開度 TA を大きく維持しつつ、F/C の実行を禁止することができる。このため、本実施形態の装置によれば、 $v_{tt}$  が  $\alpha^\circ$  CA に達するまでの期間においても、オイル消費量の増大を有効に阻止し、かつ、上流触媒 38 および下流触媒 40 の劣化を有効に抑制することができる。

15 また、図 10 に示すルーチンによれば、 $v_{tt}$  が  $\alpha^\circ$  CA に達している与否に関わらず、減速 F/C 条件の成立後、禁止限界時間 D が経過後は、F/C の実行を開始させることができる。このため、本実施形態のシステムによれば、運転者の期待する制動力を適切に発生させることができる。

20 更に、図 10 に示すルーチンによれば、減速 F/C 条件の成立後に、実バルブタイミング  $v_{tt}$  の増大に合わせて、スロットル開度 TA を徐々に絞ることができる。このため、本実施形態の装置によれば、実施の形態 1 の装置に比して、オイル上がり（オイル下がり）の防止と触媒の劣化抑制とを、更に有効に実現することができる。

25 尚、上述した実施の形態 2 においては、ECU 50 が、図 10 に示すステップ 114 において  $v_{tt} > \alpha^\circ$  CA の判定を行うことにより前記第 5 の発明における「実 EGR 判断手段」が、その判定が否定された場合に、図 10 におけるステップ 110 の処理を実行することにより前記第 5 の発明における「フューエルカット禁止手段」が、それぞれ実現されている。

また、上述した実施の形態 2 においては、ECU 50 が、ステップ 146 の

処理を実行することにより前記第 6 の発明における「フューエルカット禁止解除手段」が実現されている。

実施の形態 3.

[実施の形態 3 の特徴]

5 次に、図 1 1 および図 1 2 を参照して、本発明の実施の形態 3 について説明する。

本実施形態のシステムは、図 1 に示すハードウェア構成を用いて、ECU 5 0 に、後述する図 1 2 に示すルーチンを実行させることにより実現することができる。

10 本実施形態のシステムは、実施の形態 1 または 2 の場合と同様に、アクセル開度 AA に基づいて、スロットル開度 TA を電子制御する構成を採用している。図 1 1 A は、この構成において、アクセル開度 AA の変化がスロットル開度 TA の変化に反映される様子を説明するためのタイミングチャートである。この図に示すように、スロットル開度 TA を電子制御するシステムにおいては、アクセル開度 AA が変化した後、その変化がスロットル開度  
15 TA に反映されるまでに、ある程度の遅延（以下、 $\Delta t$  とする）が生ずる。

図 1 1 B は、目標のバルブタイミング値（目標 VVT 値）と、現実のバルブタイミング値（実 VVT 値）とを、減速 F/C 条件の成否をアクセル開度 AA に基づいて判定した場合と、スロットル開度 TA に基づいて判断した場合と  
20 で対比して表した図である。前者の場合は、時刻  $t_0$  においてアクセル開度 AA が全閉となった時点で、目標 VVT 値が立ち上がり、速やかに実 VVT 値に変化が生じ始める（実線の波形参照）。一方、後者の場合は、時刻  $t_0$  の後、遅延  $\Delta t$  が経過するまで（時刻  $t_1$  まで）は、目標 VVT 値が立ち上がらない。このため、実 VVT 値の変化も時刻  $t_1$  までは生じない（破線の波形参照）。

25 本実施形態の装置は、実施の形態 2 の場合と同様に、内燃機関 1 0 の減速時には、実バルブタイミング  $v_{tt}$  を減速時目標値  $v_{t2}$  まで変化させ、そ

の変化の過程において、 $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達するまでは、F/C の実行を禁止し、かつ、スロットル開度 TA を第 1 の目標スロットル開度  $ta_1$  に制御する。この場合、 $v_{tt}$  が判定値  $\alpha^\circ$  CA に達するまでの時間が短いほど、F/C の開始時期が速まり、その結果、燃費特性およびエンジンプレーキの  
5 応答性が改善される。

そこで、本実施形態のシステムでは、アクセル開度 AA そのものの監視を行い、アクセル開度 AA が全閉とされた場合には、その時点で内燃機関 10 の減速が要求されたものとして、実バルブタイミング  $v_{tt}$  を減速時目標値  $vt_2$  に一致させるための制御を開始することとした。

10 [実施の形態 3 における具体的処理]

図 12 は、上述した機能を実現するために本実施形態において ECU 50 が実行するルーチンのフローチャートである。図 12 に示すルーチンは、ステップ 150 の処理が挿入されている点、およびステップ 140 の位置が、ステップ 140 の後ろから、ステップ 150 の後ろに移されている点  
15 を除き、図 10 に示すルーチンと同様である。以下、図 12 に示すステップのうち、図 10 に示すステップと同一のものについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

図 12 に示すルーチンでは、ステップ 102 の処理に続いて、アクセル開度 AA が全閉であるかが判別される（ステップ 150）。その結果、アクセル開度 AA が全閉でないと判断された場合は、F/C の実行を伴う運転が運転者によって要求されていないと判断される。この場合は、ステップ 106 ~ 110 が実行されることにより、通常の運転状態が継続される。  
20

一方、アクセル開度 AA が全閉であると認められた場合は、運転者によって、F/C の実行を伴う運転が要求されていると判断される。この場合は、  
25 ステップ 140 の処理により、実バルブタイミング  $v_{tt}$  を減速時目標値  $vt_2$  とするための処理が実行され、その後、ステップ 104 以降の処理が実行

される。

以上の処理によれば、運転者がアクセル開度 AA を全閉とした後、その変化がスロットル開度 TA に反映されるのを待つことなく、即座に実バルブタイミング vtt を減速時目標値 vt2 に向けて変化させ始めることができる。

- 5 このため、本実施形態のシステムによれば、実施の形態 2 のシステムに比して F/C の開始応答性を改善することができ、その結果、内燃機関 10 の燃費特性および減速応答性を高めることができる。

- ところで、上述した実施の形態 3 においては、バルブタイミング VVT の目標値を減速時目標値 vt2 とするタイミングを、アクセル開度 AA も基づいて設定するという思想を、実施の形態 2 のシステムに組み合わせることとして  
10 しているが、その組み合わせの対象は、実施の形態 2 のシステムに限定されるものではない。すなわち、その思想は、実施の形態 1 のシステムに対して組み込むこととしてもよい。

- 尚、上述した実施の形態 3 においては、ECU 50 が、アクセル開度 AA に  
15 基づいてスロットル開度 TA を電子制御することにより、前記第 7 の発明における「スロットル開度電子制御手段」が、また、F/C の実行可否を判断する処理の一部としてステップ 150 の処理を実行することにより前記第 7 の発明における「フューエルカット手段」が、それぞれ実現されている。
- 実施の形態 4 .

- 20 [実施の形態 4 の特徴]

次に、図 13 乃至図 17 を参照して、本発明の実施の形態 4 について説明する。

- 本実施形態のシステムは、図 1 に示すハードウェア構成を用いて、ECU  
50 に、後述する図 14 乃至図 16 に示すルーチンを実行させることにより  
25 実現することができる。

図 13 は、本実施形態のシステムの動作概要を説明するためのタイミン



グチャートである。より具体的には、図 1 3 A は F/C の実行状態を表す波形、図 1 3 B は上流触媒 3 8 の酸素吸蔵量  $OSA_{sc}$  の波形、また、図 1 3 C は下流触媒 4 0 の酸素吸蔵量  $OSA_{uf}$  の波形をそれぞれ示している。

F/C の実行中は、触媒に流れ込むガスがリーンなものとなる。このため、  
5 上流触媒 3 8 の酸素吸蔵量  $OSA_{sc}$  は、図 1 3 B に示すように、F/C が開始された直後から増加し始める。そして、その酸素吸蔵量  $OSA_{sc}$  は、F/C の実行が継続される限り、最終的には、上流触媒 3 8 の最大酸素吸蔵量  $Cmax_{sc}$  に収束する。

上流触媒 3 8 の酸素吸蔵量  $OSA_{sc}$  が  $Cmax_{sc}$  に達した後、更に F/C が継続  
10 されると、上流触媒 3 8 の下流にリーンなガスが吹き抜け始め、下流触媒 4 0 の酸素吸蔵量  $OSA_{uf}$  が増加し始める。そして、下流触媒 4 0 の酸素吸蔵量  $OSA_{uf}$  は、その後、F/C が継続される限り、下流触媒 4 0 の最大酸素吸蔵量  $Cmax_{uf}$  に収束する。

上述した通り、上流触媒 3 8 および下流触媒 4 0 は、高温環境下でリー  
15 ンガスの供給を受けることにより、劣化を進行させ易い。この劣化の進行は、主として、上流触媒 3 8 および下流触媒 4 0 がそれぞれ酸素を吸蔵する過程において生ずるものである。このため、上流触媒 3 8 および下流触媒 4 0 が飽和的に酸素を吸蔵した後は、高温環境下でリーンガスの供給を受けても、それらの触媒 3 8, 4 0 の劣化状態は殆ど進行しない。

20 換言すると、F/C が開始された後、下流触媒 4 0 が飽和的に酸素を吸蔵するまでの間は、触媒保護の観点より、スロットル開度 TA を絞って吸入空気量  $G_a$  を少量とすることの意義が大であるが、下流触媒 4 0 が酸素的に酸素を吸蔵した後は、必ずしもその意義が大きくない。

一方で、F/C の実行中にスロットル開度 TA を絞っていた場合は、F/C の  
25 終了後に、TA を絞った状態から復帰が強要されることになる。本実施形態では、TA を絞る前提として、吸気管圧力 PM が過剰に負圧化するのを避け

るため、十分なバルブオーバーラップが生ずるように実バルブタイミング  $v_{tt}$  を調整することとしている。従って、スロットル開度 TA を絞った状態での F/C からの復帰とは、スロットル開度 TA が絞られ、かつ、大きなバルブオーバーラップが生じた状態からの復帰を意味する。

- 5      大きなバルブオーバーラップが生じている状況下で F/C が終了されると、F/C からの復帰後しばらくの間は、内部 EGR 量が多量に発生する。また、スロットル開度 TA が絞られた状態で F/C が終了されると、F/C からの復帰後しばらくの間は、筒内に流入する新気量が少量に抑えられる。このため、F/C の終了時まで TA を絞り、かつ、大きなバルブオーバーラップを確保し
- 10    た状態を維持しておいた場合は、F/C からの復帰時に、内燃機関 10 の運転状態が不安定になり易い。

- このため、スロットル開度 TA を絞っておく利益、或いはバルブオーバーラップを確保しておく利益が存在しないのであれば、F/C が終了するのに先立って、スロットル開度 TA の絞りを解除し、また、バルブタイミング
- 15    VVT を通常運転時のタイミングに復帰させておくことが望ましい。以上の理由より、本実施形態では、F/C の実行中に、下流触媒 40 の酸素吸蔵量  $OSA_{UF}$  が最大酸素吸蔵量  $C_{max_{UF}}$  に達したと推定される場合には、その時点で、スロットル開度 TA の絞りを解除し、かつ、バルブタイミング VVT を通常のタイミングに戻すこととした。

- 20    [実施の形態 4 における具体的処理]

- 図 14 は、上記の機能を実現するために本実施形態において ECU 50 が実行するメインルーチンのフローチャートである。図 14 に示すルーチンは、ステップ 160 ~ 166 の処理が追加されている点を除き、図 12 に示すルーチンと同様である。以下、図 14 において、図 12 に示すステップと同様のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。
- 25

すなわち、図 1 4 に示すルーチンによれば、図 1 3 に示すルーチンの場合と同様に、F/C の実行中は、常にステップ 1 3 0 の処理が実行される。そして、このルーチンによれば、ステップ 1 3 0 の処理の後に、下流触媒 4 0 へのリーンガス流入積算量 TGasO2 が、飽和判定値 E より少ないか否かが判別される（ステップ 1 6 0）。

図 1 5 は、ECU 5 0 が、下流触媒 4 0 へのリーンガス流入積算量 TGasO2 を算出するために実行するルーチンのフローチャートである。尚、図 1 5 に示すルーチンは、所定時間毎に繰り返し実行される定時割り込みルーチンである。

図 1 5 に示すルーチンでは、先ず、減速 F/C が実行中であるか否かが判別される（ステップ 1 7 0）。その結果、F/C が実行されていないと判別された場合は、リーン判定フラグ XS02L およびリーンガス流入積算量 TGasO2 が何れも 0 にリセットされる（ステップ 1 7 2）。

一方、上記ステップ 1 7 0 において、F/C が実行中であると判別された場合は、次に、リーン判定フラグ XS02L が 0 であるか否かが判別される（ステップ 1 7 4）。ここで XS02L = 0 の成立が認められた場合は、次に、F/C の開始後に、酸素センサ 4 4 の出力が 0.1 V を下回ったか、つまり、酸素センサ 4 4 がリーン出力を発したかが判別される（ステップ 1 7 6）。

酸素センサ 4 4 がリーン出力を発していないと判別された場合は、未だ、上流触媒 3 8 の下流にリーンガスが流出し始めていない、つまり、下流触媒 4 0 に、未だリーンガスが流入し始めていないと判断することができる。この場合は、以後、何ら処理が進められることなく今回の処理サイクルが終了される。

一方、上記ステップ 1 7 6 において、酸素センサ 4 4 がリーン出力を発していると判別された場合は、下流触媒 4 0 にリーンガスが流入し始めたと判断できる。この場合は、次に、リーン判定フラグ XS02L に 1 がセット

される（ステップ 178）。次いで、前回の処理サイクル時における  $TGas_{o2}(i-1)$  に、本ルーチンの実行周期の間に生じた吸入空気量  $G_a$  を加算することにより、最新の積算量  $TGas_{o2}(i)$  が算出される（ステップ 180）。

以後、F/C が終了するまで、図 15 に示すルーチンが起動される毎に、  
5 ステップ 174 において  $XS_{O2L} = 0$  の不成立が判断される。その結果、ステップ 176 および 178 の処理がジャンプされ、ステップ 180 の処理が繰り返し実行される。

以上の処理によれば、F/C の開始後、上流触媒 38 の下流にリーンなガスが吹き抜け始めた後に生じた吸入空気量  $G_a$  の積算値を、リーンガス流入  
10 積算量  $TGas_{o2}$  として算出することができる。

図 16 は、上記ステップ 160 において用いられる飽和判定値  $E$  を算出するために ECU 50 が実行するルーチンのフローチャートである。図 16 に示すルーチンでは、先ず、上流触媒 38 の最大酸素吸蔵量  $C_{max_{sc}}$  が算出済みであるかが判別される（ステップ 190）。

15 本実施形態において、ECU 50 は、内燃機関 10 の運転中に、適当なタイミングにおいて、上流触媒 38 の最大酸素吸蔵量  $C_{max_{sc}}$  を公知の手法で算出することができる。より具体的には、ECU 50 は、空燃比センサ 42 の出力、および酸素センサ 44 の出力を基礎として公知のアクティブ制御を実行することにより、上流触媒 38 の  $C_{max_{sc}}$  を算出することができる。

20 上記ステップ 190 では、その算出が既に完了しているか否か、つまり、上流触媒 38 の  $C_{max_{sc}}$  が既に算出されているかが判別される。その結果、 $C_{max_{sc}}$  が既に算出されていると判別された場合は、その  $C_{max_{sc}}$  に基づいて、リーンガス流入積算量  $TGas_{o2}$  との比較に用いられる飽和判定値  $E$  が算出される（ステップ 194）。

25 飽和判定値  $E$  は、その値が、下流触媒 40 に酸素を飽和的に吸蔵させるのに必要なリーンガス流入積算量  $TGas_{o2}$  と一致するように設定される。こ

ここで、そのようなリーンガス流入積算量  $TGas_{o2}$  は、下流触媒 40 の最大酸素吸蔵量  $Cmax_{UF}$  が多量であるほど多量となる。本実施形態のシステムは、その最大酸素吸蔵量  $Cmax_{UF}$  を直接的に検出する機能は有していない。しかしながら、下流触媒 40 の最大酸素吸蔵量  $Cmax_{UF}$  は、上流触媒 38 の最大酸素吸蔵量  $Cmax_{SC}$  と同様に、触媒の劣化と共に変化する値である。このため、それら 2 つの  $Cmax_{UF}$  および  $Cmax_{SC}$  の間には有意な相関が認められる。そこで、本実施形態では、飽和判定値  $E$  を、間接的な相関を有する上流触媒 38 の最大酸素吸蔵量  $Cmax_{SC}$  に基づいて設定することとした。

図 17 は、上記の手法で飽和判定値  $E$  を設定するにあたって、ECU 50 が参照するマップの一例である。ECU 50 は、上記ステップ 192 において、図 17 に示すマップを参照して、上流触媒 38 の最大酸素吸蔵量  $Cmax_{SC}$  に基づいて、リーンガス流入積算値  $TGas_{o2}$  の飽和判定値  $E$  を算出する。このマップによれば、上流触媒 38 の  $Cmax_{SC}$  が多量であるほど、飽和判定値  $E$  は大きな値に設定されることになる。

上流触媒 38 の  $Cmax_{SC}$  は、内燃機関 10 の運転中に、所定の条件が成立する環境下で実行される。このため、上記ステップ 190 の処理が要求される時点では、その算出が完了していないことがある。この場合は、上流触媒 38 の最大酸素吸蔵量  $Cmax_{SC}$  に、想定され得る最大の値がセットされ（ステップ 194）、その最大の  $Cmax_{SC}$  に基づいてステップ 192 の処理が実行される。最大の  $Cmax_{SC}$  を基礎とすれば、飽和判定値  $E$  は最大の値に設定される。このような処理によれば、 $Cmax_{SC}$  の算出が未完了であるために、飽和判定値  $E$  が過小な値に設定されるのを確実に防ぐことができる。

図 14 に示すステップ 160 では、上記の如く算出されるリーンガス流入積算量  $TGas_{o2}$  が、上記の如く設定される飽和判定値  $E$  より小さいか否かが判別される。この判別によれば、実質的には、下流触媒 40 の酸素吸蔵量  $OSA_{UF}$  が、その最大酸素吸蔵量  $Cmax_{UF}$  より少ないかが判別される。



そして、 $TGasO_2 < E$  の成立が認められる場合は、下流触媒 40 が、未だ酸素を飽和的には吸蔵していないと判断できる。図 14 に示すルーチンによれば、この場合、以後何ら処理が進められることなく、つまり、スロットル開度 TA が絞られ、かつ、大きなバルブオーバーラップが確保された状態を維持したまま今回の処理サイクルが終了される。

下流触媒 40 に酸素が飽和的に吸蔵されていない間は、その保護のために、スロットル開度 TA を絞っておく利益が存在する。上述した一連の処理によれば、その利益が存在している間は、スロットル開度 TA を絞った状態を維持しておくことができる。このため、本実施形態の装置によれば、実施の形態 3 の場合と同様に、触媒の保護を図ることができる。

上記ステップ 160 において、 $TGasO_2 < E$  の不成立が認められた場合は、次に、スロットル開度 TA が第 1 の目標スロットル開度  $ta1$  に制御される（ステップ 164）。次いで、実バルブタイミング  $vtt$  を通常目標値  $vt1$  とするための処理が実行される（ステップ 166）。尚、ステップ 164 の処理、およびステップ 166 の処理は、それぞれステップ 144 の処理、およびステップ 106 の処理と同一であるため、ここでは、これ以上の説明は省略する。

上記の処理によれば、下流触媒 40 に酸素が飽和的に吸蔵された後は、つまり、スロットル開度 TA を絞っておく実益が消滅した後は、バルブオーバーラップを通常値に戻すと共に、スロットル開度 TA を開くことにより、オイル上がり（オイル下がり）の生じない状態を作り出すことができる。そして、このような状態を、F/C の終了に先立って実現しておくことにより、何らの不利益を伴うことなく、F/C からの復帰時における内燃機関 10 の安定性を高めることができる。

ところで、上述した実施の形態 4 においては、ステップ 160 において、 $TGasO_2 < E$  の判定が不成立とされた場合にスロットル開度 TA の絞りを解除

し、また、バルブオーバーラップを通常値に戻すこととしているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、スロットル開度 TA の絞りの解除と、バルブオーバーラップの通常値への復帰は、単純に、F/C の継続時間が所定時間に達した時点で行うこととしてもよい。

- 5      また、上述した実施の形態 4 においては、下流触媒 40 へのリーンガス流入積算量 TGasO<sub>2</sub> が、下流触媒 40 を酸素で飽和させる量 (E) に達した時点で、スロットル開度 TA を絞る実益の消滅を判断することとしているが、その判断の手法はこれに限定されるものではない。すなわち、その判断は、F/C の開始後における積算吸入空気量が、上流触媒 38 および下流触媒 40 の双方を酸素で飽和させる値に達したと推定できるか否かに基づいて行うこととしてもよい。

- 10      また、上述した実施の形態 4 においては、F/C が長期に渡って継続した場合に、適当なタイミングにおいてスロットル開度 TA の絞りを解除し、かつ、バルブオーバーラップを通常時に復帰させる処理を、実施の形態 3 の装置に対して組み込むこととしているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、本実施形態において特有な上記の処理は、実施の形態 1 または 2 の装置に対して組み込むこととしてもよい。

- 15      尚、上述した実施の形態 4 においては、ECU 50 が、ステップ 166 の処理を実行することにより前記第 8 の発明における「EGR 増量解除手段」が、ステップ 164 の処理を実行することにより前記第 8 の発明における「減量解除手段」が、それぞれ実現されている。

20      また、上述した実施の形態 4 においては、ECU 50 が、ステップ 160 の処理を実行することにより、前記第 9 の発明における「継続時間判断手段」が実現されている。

- 25      また、上述した実施の形態 4 においては、ECU 50 が、図 15 に示すルーチンを実行することにより前記第 10 の発明における「空気量積算手段」

が、ステップ 160 の処理を実行することにより前記第 10 の発明における「判断手段」が、それぞれ実現されている。

更に、上述した実施の形態 4 においては、ECU 50 が、ステップ 190 および 194 の処理を実行することにより前記第 11 の発明における「上流側酸素吸蔵容量検出手段」が、ステップ 192 の処理を実行することにより前記第 11 の発明における「設定手段」が、それぞれ実現されている。  
実施の形態 5.

#### [実施の形態 5 の特徴]

次に、図 18 乃至図 23 を参照して、本発明の実施の形態 5 について説明する。

本実施形態のシステムは、図 1 に示すハードウェア構成を用いて、ECU 50 に、後述する図 19、図 20 および図 22 に示すルーチンを実行させることにより実現することができる。

図 18 は、本実施形態のシステムの動作概要を説明するためのタイミングチャートである。より具体的には、図 18 A は F/C の実行状態を表す波形、図 18 B は上流触媒 38 の酸素吸蔵量  $OSA_{sc}$  の波形、図 18 C は下流触媒 40 の酸素吸蔵量  $OSA_{uf}$  の波形をそれぞれ示している。また、図 18 D は、F/C の実行中におけるスロットル開度 TA の波形を示す。

本実施形態のシステムは、上述した実施の形態 4 のシステムと同様に、F/C が開始された後、下流触媒 40 が飽和的に酸素を吸蔵したと推定される時点でスロットル開度 TA の絞りを解除する。図 18 D において、時刻  $t_0 \sim t_2$  の間に示される波形は、上記の機能を実現するためのもの、つまり、上述した実施の形態 4 においても実現される波形である。

本実施形態のシステムは、時刻  $t_2$  の時点で、スロットル開度 TA の絞りを解除する際に、スロットル開度 TA を第 1 の目標スロットル開度  $ta_1$  より大きな第 3 の目標スロットル開度  $ta_3$  とし、その後、適当なタイミング(図

1 8における時刻 t3) において、スロットル開度 TA を第 1 の目標スロットル開度 ta1 とする点に特徴を有している。

時刻 t2 の時点では、上流触媒 3 8 および下流触媒 4 0 が、何れも酸素を飽和的に吸蔵している。このため、時刻 t2 以降は、触媒に流れ込むの空気  
5 の流量を抑える実益は存在しない。一方で、その空気量を増やせば、上流触媒 3 8 および下流触媒 4 0 の冷却を促進することが可能である。触媒は、高温環境化で多量の酸素供給を受けることによりその劣化を進行させる。換言すると、酸素が多量に供給される状況下であっても、触媒が低温であれば、その劣化の進行は抑えることが可能である。このため、時刻 t2 の時  
10 点で多量の流通空気量を生じさせ、上流触媒 3 8 および下流触媒 4 0 の冷却を促進することとすれば、それらの劣化を抑制するうえで有利な状況を作り出すことができる。

本実施形態のシステムは、上記の観点より、図 1 8 D に示すように、下流触媒 4 0 が酸素で飽和した時点で、スロットル開度 TA を、第 1 の目標ス  
15 ロットル開度 ta1 より大きな第 3 の目標スロットル開度 ta3 とすることになっている。このようなスロットル制御が実行されるため、本実施形態のシステムによれば、実施の形態 4 の場合に比して、更に上流触媒 3 8 および下流触媒 4 0 の劣化を抑制することが可能である。

[実施の形態 5 における具体的処理]

20 図 1 9 および図 2 0 は、上記の機能を実現するために本実施形態において ECU 5 0 が実行するメインルーチンのフローチャートである。このフローチャートは、ステップ 1 1 8, 1 2 0, 1 3 0, 1 4 4, 1 6 2 および 1 6 4 が、それぞれステップ 1 1 8', 1 2 0', 1 3 0', 1 4 4', 1 6 2' および 1 6 4' に置き換えられている点、並びに、ステップ 2 0  
25 0 ~ 2 0 8 が追加されている点（何れも網掛け状態で図示）を除き、図 1 4 に示すルーチンと同様である。以下、図 1 9 および図 2 0 において、図

1 4に示すステップと同一のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

本実施形態では、スロットル開度  $ta$  の目標値、つまり、目標  $ta$  を次式により算出する。

$$\begin{aligned} 5 \quad \text{目標 } ta = & \text{基本アイドル開度 } TA0 + \text{第1補正係数 } kfcta1 \\ & - \text{第2補正係数 } kfcta2 + \text{第3補正係数 } kfcta3 \quad \dots (2) \end{aligned}$$

但し、第3補正係数  $kfcta3$  は、下流触媒 40 が酸素で飽和した時点で、スロットル開度  $TA$  を大きく開弁補正するための係数である。

ステップ 118', 120', 130', 144', 162' および 1  
10 64' は、目標  $ta$  の演算式が上記(1)から上記(2)式に変更されたことに伴い、それぞれ形式的にステップ 118, 120, 130, 144, 162 および 164 から変更されたものである。具体的には、ステップ 118', 120' および 162' は、何れも、ステップ 118, 120 および 162 の処理に対して、第3補正係数  $kfcta3$  を0に設定する処理を加えたものである。また、ステップ 130', 144' および 164' は、  
15 何れも、第3補正係数  $kfcta3$  に0が設定されている状況下で、上記(2)式により目標  $ta$  を算出するステップである。

つまり、ステップ 118', 120', 130', 144', 162' および 164' において実行される処理の内容は、実質的には、ステップ  
20 118, 120, 130, 144, 162 および 164 において実行される処理の内容と同一である。このため、図19および図20に示すルーチンは、実質的には、ステップ200～210の処理が追加されていることを除き、図14に示すルーチンと同一である。以下、本実施形態において特有なステップ200～210の説明を中心として、図19および図20  
25 に示すルーチンの内容を説明する。

すなわち、図19および図20に示すルーチンによれば、F/Cの実行が



禁止される場合に、ステップ 1 1 0 の処理に次いで、冷却フラグ XC00L が 0 とされる（ステップ 2 0 0）。冷却フラグ XC00L は、上流触媒 3 8 および下流触媒 4 0 が十分に冷却されていることを表示するためのフラグである。F/C の禁止中は、触媒が高温となるのが通常であるため、ここではそのフラグ XC00L に 0 がセットされる。

図 1 9 および図 2 0 に示すルーチンによれば、F/C が禁止されている間、および F/C の開始後、ステップ 1 6 0 の条件が成立している間、つまり、F/C が開始されてから下流触媒 4 0 の酸素飽和が判定されるまでの間は、上記ステップ 2 0 0 の処理が実行されることを除き、図 1 4 に示すルーチンが実行される場合と同様の処理が繰り返される。つまり、本実施形態のシステムによれば、この間は、実施の形態 4 の場合と同様の動作が実現される。

本実施形態におけるルーチンでは、ステップ 1 6 0 において、 $TGaso2 < E$  の不成立が認められると、つまり、下流触媒 4 0 の酸素飽和が推定されると、ステップ 1 6 2 において  $kfcta2$  および  $kfcta3$  が共に 0 とされた後、冷却フラグ XC00L に 1 がセットされているかが判別される（ステップ 2 0 2）。

ステップ 1 6 0 の条件不成立が始めて認められた直後は、冷却フラグ XC00L に 0 がセットされているため、上記ステップ 2 0 2 の条件は不成立となる。この場合、次に、図 2 1 に示すマップを参照して、第 3 補正係数  $kfcta3$  が算出される。そして、その第 3 補正係数  $kfcta3$  を上記（2）式に代入することで得られる目標  $ta$ （第 3 の目標スロットル開度  $ta3$ ）が実現されるように、スロットル開度 TA が制御される（ステップ 2 0 4）。

図 2 1 は、第 3 補正係数  $kfcta3$  を算出するために ECU 5 0 が記憶しているマップの一例を示す。このマップによれば、第 3 補正係数  $kfcta3$  は、機関回転数 NE が高いほど大きな値に設定され、また、機関回転数 NE がアイ

ドル回転数の近傍値である場合には最小値 0 に設定される。また、このマップによれば、アイドル運転時を除いて、第 1 補正係数  $k_{fcta1}$  に比して十分に大きな第 3 補正係数  $k_{fcta3}$  を設定することができる。このため、上記ステップ 204 の処理によれば、オイル上がり（オイル下がり）の防止を  
5 目的とした吸入空気量  $G_a$  に比して十分に多量の吸入空気量  $G_a$  を流通させ得る状況を作り出すことができる。

図 20 に示す一連の処理において、ステップ 204 の処理が終わると、次に、冷却空気積算量  $TG_{acool}$  が、冷却判定値  $F$  に達しているか否かが判別される（ステップ 206）。冷却空気積算量  $TG_{acool}$  は、上記ステップ 2  
10 04 の処理が開始された後、つまり、スロットル開度  $TA$  が第 3 の目標スロットル開度  $ta3$  に広げられた後に流通した吸入空気量  $G_a$  の積算値である。一方、冷却判定値  $F$  は、上流触媒 38 および下流触媒 40 を十分に冷却するのに必要な空気量として設定された値である（設定の方法は後に詳細に説明する）。従って、上記ステップ 206 の処理によれば、実質的には、上  
15 流触媒 38 および下流触媒 40 が、劣化の進行を抑えることができる程度に十分に冷却されたか否かを判定することができる。

$TG_{acool} > F$  の不成立が判定された場合は、上流触媒 38 および下流触媒 40 が未だ十分に冷却されていないと判断できる。この場合は、冷却空気積算量  $TG_{acool}$  の更新処理が行われた後（ステップ 208）、ステップ 16  
20 6 において、実バルブタイミング  $v_{tt}$  が通常目標値  $v_{t1}$  に制御される。尚、上記ステップ 208 では、具体的には、前回の処理サイクル時における  $TG_{acool}(i-1)$  に、本ルーチンの実行周期の間に生じた吸入空気量  $G_a$  を加算することにより、最新の積算量  $TG_{acool}(i)$  を算出する処理が実行される。

上述したステップ 202 乃至 208 およびステップ 166 の処理は、 $F/C$   
25 が継続される限り、冷却空気積算量  $TG_{acool}$  が冷却判定値  $F$  に達するまで、本ルーチンが起動される毎に繰り返し実行される。このような処理によれ

ば、下流触媒 40 の酸素飽和が推定された後、上流触媒 38 および下流触媒 40 の十分な冷却が判断されるまでの間は、バルブタイミング VVT を通常の設定に戻した状態で、多量の空気を流通させることができる。このため、本実施形態のシステムによれば、F/C の実行中に、上流触媒 38 および下流触媒 40 を有効に冷却して、その劣化の進行を有効に阻止することができる。

冷却流量積算値 TGacool が冷却判定値 F に達するまで F/C の実行が継続されると、その時点で（図 18 における t3 参照）、ステップ 206 の条件成立が判定される。この場合、ステップ 206 の処理に次いで、冷却フラグ XC00L に 1 がセットされ、また、冷却空気積算量 TGacool が 0 にリセットされる（ステップ 210）。その後、今回の処理サイクルの続きとして、再び上記ステップ 162' 以降の処理が実行される。つまり、ステップ 162' において、第 3 補正係数 kfcta3 を 0 にリセットした後に、再び XC00L = 1 の成立が判定される。

ここでは、XC00L = 1 の成立が判定されるため、次に、ステップ 164' の処理が実行される。つまり、図 7 に示すマップに従って算出される第 1 補正係数 kfcta1 と、共に 0 とされた第 2 および第 3 補正係数 kfcta2, kfcta3 とを上記 (2) 式に代入することで、第 1 の目標スロットル開度 ta1 が算出されると共に、スロットル開度 TA をその第 1 の目標スロットル開度 ta1 とするための制御が実行される。以後、ステップ 166 において、実バルブタイミング vtt を通常目標値 vt1 とする処理が実行された後、今回の処理サイクルが終了される。

次回以降本ルーチンが起動される場合は、F/C の実行が継続される限り、上記ステップ 164' およびステップ 166 の処理が繰り返し実行される。その結果、バルブタイミング VVT が通常の設定とされ、かつ、スロットル開度 TA が、オイル上がり（オイル下がり）を回避し得る最小の開度とされ

た状態で、F/Cの実行が継続される（図18における時刻t3以降参照）。

F/Cの終了に先だって上記の状態が形成されていれば、燃料噴射弁26からの燃料噴射を再開するだけで、即座に通常の運転状態への復帰を図ることができる。このため、本実施形態のシステムによれば、実施の形態4  
5のシステムと同様に、F/Cからの復帰時における内燃機関10の安定性を十分に確保することができる。

図22は、上記ステップ206において用いられる冷却判定値Fを設定するために、ECU50が実行するルーチンのフローチャートである。図22に示すルーチンでは、先ず、触媒温度の推定計算が完了しているか否かが  
10判別される（ステップ220）。ECU50は、内燃機関10の運転状態等に基づいて、触媒温度を推定することができる。本ステップ220では、その算出が既に完了しているか否かが判別される。

上記の判別の結果、触媒温度の推定完了が認められる場合は、その推定の結果に基づいて、冷却判定値Fが算出される（ステップ222）。冷却判  
15定値Fは、上流触媒38および下流触媒40を十分に冷却するために必要な空気流量であるから、触媒温度が高いほど、多量に設定することが必要である。

図23は、上記の観点より本実施形態において用いられる冷却判定値Fのマップの一例である。ECU50は、上記ステップ222において、このマ  
20ップを参照することにより、冷却判定値Fを設定する。このような処理によれば、触媒温度が高いほど、冷却判定値Fを大きな値に設定することができ、上記の要求を満たすことができる。

触媒温度の推定は、上記ステップ220の処理が要求される時点で完了していないことがある。この場合は、触媒温度が、想定され得る最低の温  
25度（例えば500℃）にセットされ（ステップ224）、その最低の触媒温度に基づいてステップ222の処理が実行される。最低の触媒温度を基礎

とすれば、冷却判定値  $F$  は最小の値に設定される。このような処理によれば、触媒温度の推定が未完了であるために、冷却判定値  $F$  が過大な値に設定され、その結果、上流触媒 38 および下流触媒 40 が過剰に冷却されるの確実に防ぐことができる。

- 5       ところで、上述した実施の形態 5 においては、ステップ 160 において、 $T_{GasO2} < E$  の判定が不成立とされた場合に、スロットル開度  $TA$  を冷却目的の開度、つまり、第 3 の目標スロットル開度  $ta3$  に開くこととしているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、スロットル開度  $TA$  は、単純に、 $F/C$  の継続時間が所定時間に達した時点で第 3 の目標スロットル開度  $ta3$  に変化させることとしてもよい。
- 10

- また、上述した実施の形態 5 においては、下流触媒 40 が飽和的に酸素を吸蔵した段階で触媒を冷却する処理を、実施の形態 4 の装置に対して組み込むこととしているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、本実施形態において特有な上記の処理は、実施の形態 1 乃至 3 の何
- 15       れの装置に組み込むこととしてもよい。

      尚、上述した実施の形態 5 においては、ECU 50 が、ステップ 204 の処理を実行することにより前記第 12 の発明における「冷却流量実現手段」が、ステップ 164 の処理を実行することにより前記第 12 の発明における「流量変更手段」が、それぞれ実現されている。

- 20       また、上述した実施の形態 5 においては、ECU 50 が、ステップ 220 または 224 の処理を実行することにより前記第 13 の発明における「触媒温度検知推定手段」が、ステップ 222 の処理を実行することにより前記第 13 の発明における「冷却時間設定手段」が、それぞれ実現されている。
- 実施の形態 6 .

- 25       [実施の形態 6 の特徴]

      次に、図 24 乃至図 27 を参照して、本発明の実施の形態 6 について説



明する。

本実施形態のシステムは、図 1 に示すハードウェア構成を用いて、ECU 50 に、後述する図 24 および図 27 に示すルーチンを実行させることにより実現することができる。

5     本実施形態のシステムは、F/C の実行中に、バルブオーバーラップが増えるように、つまり、内部 EGR 量が増加するようにバルブタイミング VVT を変化させる点において実施の形態 1 乃至 5 の場合と同様である。尚、ここでは、説明の便宜上、可変動弁機構 32 が吸気弁 28 の開弁時期を進角させることにより、バルブオーバーラップの増量が図られるものとする。

10     F/C の実行中に可変動弁機構 32 を進角方向に作動させた場合、F/C からの復帰時に内燃機関の状態を安定に維持するためには、その復帰と共に可変動弁機構 32 の進角を解除して、内部 EGR 量を適正に減ずることが必要である。この際、可変動弁機構 34 の応答性が遅く、進角状態が維持され  
15     ると、その進角が解除されるまでの間、内燃機関の運転状態は不安定となる。

本実施形態のシステムは、このような事態が生ずるのを防ぐため、可変動弁機構 32 を進角方向に駆動するのに先立って、可変動弁機構 32 の作動速度、より具体的には、可変動弁機構 32 が遅角方法に作動する際の作動速度を検出することとしている。そのうえで、本実施形態のシステムは、  
20     F/C 中における可変動弁機構 32 の進角量を、上記の如く検出した作動速度に基づいて設定することとした。つまり、可変動弁機構 32 の作動速度が早い場合には、F/C 中の進角量を大きく設定し、反対に、その作動速度が遅い場合には、F/C 中における進角量を小さな値に設定することとした。  
このような設定によれば、可変動弁機構 32 の作動速度に関わらず、F/C  
25     からの復帰時に、常に迅速に、可変動弁機構 32 の進角量を解除して、内燃機関が安定に運転し得る状態を実現することが可能である。

## 〔実施の形態 6 における具体的処理〕

図 2 4 は、上記の機能を実現するために ECU 5 0 が実行する第 1 のルーチンのフローチャートである。より具体的には、このルーチンは、可変動弁機構 3 2 が遅角方向に作動する際の作動速度を検出し、その作動速度に基づいて、バルブタイミング VVT の補正係数  $kdvt2$  と、スロットル開度の補正係数  $kfcta2$  を算出するためのものである。

図 2 4 に示すルーチンでは、まず、機関回転数  $NE$  が取り込まれる（ステップ 2 3 0）。次に、機関回転数  $NE$  が、判定回転数  $a$  より高いか否かが判別される（ステップ 2 3 2）。可変動弁機構 3 2 は、内燃機関の油圧により駆動される。このため、可変動弁機構 3 2 の作動速度は、機関回転数  $NE$  の高低に応じて異なる値となる。

本実施形態のシステムでは、高回転領域での F/C 中に、低回転領域での F/C 中に比して、可変動弁機構 3 2 を大きく進角させることが望まれる。このため、F/C からの復帰時に、可変動弁機構 3 2 が適正な状態に復帰し得るか否かを検討するにあたっては、可変動弁機構 3 2 が高回転領域でどのような作動速度を示すかを見ることが適切である。

上記ステップ 2 3 2 において用いられる判定回転数  $a$  は、内燃機関が高回転領域（例えば 3 0 0 rpm 以上）で運転しているか否かを判断するための値である。このため、その判断が否定された場合は、現在の運転状態が、可変動弁機構 3 4 の作動速度を検知すべき状態でないと判断され、以後速やかに今回の処理が終了される。

一方、上記ステップ 2 3 2 において、 $NE > a$  の成立が認められた場合は、機関回転数  $NE$  に関する限り、可変動弁機構 3 2 の作動速度を検出するための条件が満たされていると判断できる。この場合は、まず、実バルブタイミング  $vtt$  が取り込まれ（ステップ 2 3 4）、次に、取り込まれた  $vtt$  が判定値  $b$  より大きいかが判別される（ステップ 2 3 6）。

可変動弁機構 3 2 の作動速度を正確に検知するためには、可変動弁機構 3 2 を、ある程度大きく作動させることが必要である。つまり、可変動弁機構 3 2 の遅角方向の作動速度を検知するにあたっては、その前提として、可変動弁機構 3 2 が、ある程度進角方向に変位していることが必要である。

5     上記ステップ 2 3 6 において、 $v_{tt} > b$  の不成立が認められた場合は、その前提が満たされていないと判断され、以後速やかに今回の処理が終了される。これに対して、 $v_{tt} > b$  の成立が認められた場合は、可変動弁機構 3 2 の進角量に関する限り、作動速度を検出するための条件が満たされていると判断できる。この場合は、次に、バルブタイミングの全閉制御が要求  
10    されたか否かが判別される（ステップ 2 3 8）。

可変動弁機構 3 2 は、機関回転数 NE がある程度確保されており、かつ、スロットル開度 TA がある程度確保されているような状況下では、ある程度のバルブオーバーラップが発生するように進角方向に駆動される。また、可変動弁機構 3 2 は、内燃機関の軽負荷時には、バルブオーバーラップが  
15    消滅するように駆動される。このため、例えば、加速中または高速走行中にスロットル弁 1 8 が閉じられたような場合には、中高負荷から軽負荷への変化が認識され、可変動弁機構 3 2 は、進角状態から、その進角が解除された状態へと駆動されることになる。そして、スロットル全閉の状態が継続され、F/C 条件の成立が判定されると、上記の変化を経て、既述した  
20    F/C が開始される。

以上説明した通り、本実施形態のシステムでは、中高負荷から軽負荷への変化が認められた場合に、可変動弁機構 3 2 に対して進角の解除が指令される。この解除が指令されると、可変動弁機構 3 2 は、速やかに進角状態を解除するべく、最大の速度で遅角方向に作動する。本明細書において  
25    は、可変動弁機構 3 2 を上記の如く遅角方向に作動させる制御を「全閉制御」と称する。

図 2 4 に示すルーチン中、上記ステップ 2 3 8 において、全閉制御の要求が生じていないと判別された場合は、可変動弁機構 3 2 の作動速度を検出する機会が生じていないと判断できる。この場合は、以後、速やかに今回の処理が終了される。一方、全閉制御の要求が生じていると判別された場合は、次に、可変動弁機構 3 2 の閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が取り込まれる（ステップ 2 4 0）。

閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  は、全閉制御が開始された後、可変動弁機構 3 2 に生ずる単位時間当たりの作動量である。上記ステップ 2 4 0 では、具体的には、可変動弁機構 3 2 に内蔵されているセンサにより、所定のサンプリング周期で、可変動弁機構 3 2 の作動位置が検知される。そして、上記のサンプリング周期と、作動位置の変化量とに基づいて、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が算出される。

上記の処理が終了すると、次に、閉じ速度検知済みフラグ  $X \Delta VTC$  に 1 がセットされる（ステップ 2 4 2）。次いで、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  に応じた補正係数  $k_{dvt2}$  が算出される（ステップ 2 4 4）。

補正係数  $k_{dvt2}$  は、バルブタイミング VVT の減速時における目標値  $v_{t2}$  を補正するための係数である。図 2 5 は、補正係数  $k_{dvt2}$  を算出するために ECU 5 0 が記憶しているマップの一例を示す。このマップによれば、補正係数  $k_{dvt2}$  は、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  の関数として設定される。具体的には、補正係数  $k_{dvt2}$  は、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が小さいほど最小値 0 に近づき、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が速いほど最大値 1. 0 に近づくように設定される。尚、補正係数  $k_{dvt2}$  を用いて目標値  $v_{t2}$  を補正する手法、および、その結果得られる目標値  $v_{t2}$  の物理的な意味は、図 2 7 を参照して後に詳細に説明する。

図 2 4 に示すルーチンによれば、次に、補正係数  $k_{dvt2}$  に応じた補正係数  $k_{dta2}$  が算出される（ステップ 2 4 6）。ここで算出される補正係数  $k_{dta2}$  は、F/C 中にスロットル開度 TA に与えるべき絞り量を定める第 2 補正係数

kfcta2 を補正するための係数である。

図 2 6 は、補正係数 kdta2 を算出するために ECU 5 0 が記憶しているマップの一例を示す。このマップによれば、補正係数 kdta2 は、上記ステップ 2 4 4 で設定された補正係数 kdvt2 の関数として設定される。具体的には、補正係数 kdta2 は、補正係数 kdvt2 とほぼ比例的な関係を示すように設定される。このため、ここで算出される補正係数 kdta2 も、上記の補正係数 kdvt2 と同様に、可変動弁機構 3 2 の閉じ速度  $\Delta vtc$  が遅いほど最小値 0 に近づき、かつ、その速度  $\Delta vtc$  が速いほど最大値 1. 0 に近づくように設定される。尚、補正係数 kdta2 を用いてスロットル開度 TA の絞り量 (第 2 補正係数 kfcta2) を補正する手法、および、その結果得られる第 2 補正係数 kfcta2 の物理的な意味は、図 2 7 を参照して後に詳細に説明する。

図 2 7 は、可変動弁機構 3 2、およびスロットル弁 1 8 を制御するために、本実施形態において ECU 5 0 が実行するルーチンのフローチャートである。このルーチンは、ステップ 2 5 0 ~ 2 6 0 の処理が、それぞれ適当な箇所に挿入されている点を除き、実質的に図 3 に示すルーチンと同様である。以下、図 2 7 に示すステップのうち、図 3 に示すステップと同様のものについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

図 2 7 に示すルーチンによれば、ステップ 1 0 4 において、F/C 条件の成立が認められると、次に、閉じ速度検知済みフラグ  $X \Delta VTC$  に 1 がセットされているか否かが判別される (ステップ 2 5 0)。その結果、 $X \Delta VTC = 1$  が成立しないと判別された場合は、可変動弁機構 3 2 の閉じ速度  $\Delta vtc$  が未だ検知されていないと判断できる。

本実施形態のシステムは、閉じ速度  $\Delta vtc$  が既知である場合は、その閉じ速度  $\Delta vtc$  によって迅速に消滅させることのできる進角量を算出し、その算出値を減速時の目標 VVT ( $vt2$ ) として設定する。ところが、閉じ速度  $\Delta vtc$  が未知である間は、そのような目標値  $vt2$  を適正に設定することは



できない。このため、上記ステップ 250 において、 $X\Delta VTC$  に 1 がセットされていないと判断された場合は、目標 VVT ( $vt2$ )、つまり、F/C 中に可変動弁機構 32 に与えるべき進角量が、最小値 0 とされる。

目標 VVT ( $vt2$ ) が最小値 0 とされると、バルブオーバーラップが発生しないため、内部 EGR 量も少量に抑えられる。この場合、スロットル開度  $TA$  が過度に閉じられると、吸気通路の圧力が過剰に負圧化して、オイル上がりやオイル下がり的问题が生ずる。このため、上記ステップ 252 の処理が実行された場合は、スロットル開度  $TA$  を、基本アイドル開度より開き側に補正するべく、ステップ 116 および 118 の処理が実行される。

10 一方、上記ステップ 250 において、閉じ速度検知済みフラグ  $X\Delta VTC$  に 1 がセットされていると判別された場合は、先ず、ステップ 112 の処理により減速時の目標 VVT ( $vt2$ ) が算出され（以下、ここで算出された値を「 $vt2$  の基準値」とする）、次いで、補正係数  $kdvt2$  が取り込まれる（ステップ 254）。

15 ステップ 112 の処理では、実施の形態 1 の場合と同様に、図 5 に示すマップに従って、F/C 中に十分な EGR 量を発生させるうえで必要なバルブタイミング（本実施形態では、可変動弁機構 32 の進角量）が  $vt2$  として算出される。また、ステップ 254 の処理によれば、図 24 に示すステップ 244 において算出された補正係数  $kdvt2$  が取り込まれる。

20 図 27 に示すルーチンでは、次に、 $vt2$  の基準値と補正係数  $kdvt2$  とを次式右辺に代入することにより、今回の処理サイクルで用いるべき目標 VVT ( $vt2$ ) が算出される（ステップ 256）。

$$vt2 = vt2 * kdvt2 \quad \dots (3)$$

補正係数  $kdvt2$  は、既述した通り、閉じ速度  $\Delta vtc$  が速いほど最大値 1.0 に近づく係数である（図 25 参照）。このため、上記（3）式によれば、目標 VVT ( $vt2$ ) は、閉じ速度  $\Delta vtc$  が速いほど  $vt2$  の基準値に近い値に、

また、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が遅いほど最小値 0 に近い値に設定される。

図 2 7 に示すルーチンでは、後に、ステップ 1 2 8 において、実 VVT が目標 VVT ( $v_{t2}$ ) に一致するように可変動弁機構 3 2 が制御される。その結果、F/C 中に可変動弁機構 3 2 に与えられる進角量は、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が速  
5 いほど大きくなり、また、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が遅いほど小さくなる。このため、本実施形態のシステムによれば、可変動弁機構 3 2 が如何なる閉じ速度を示す場合においても、F/C からの復帰時に、常に迅速に可変動弁機構 3 2 の進角を解除して、内燃機関が安定に運転し得る状況を作り出すことができる。

10 また、図 2 7 に示すルーチンによれば、ステップ 1 2 2 の処理により第 2 補正係数  $k_{fcta2}$  が算出された後に(以下、ここで算出された値を「 $k_{fcta2}$  の基準値」とする)、図 2 4 に示すステップ 2 4 6 において算出された補正係数  $k_{dta2}$  が取り込まれる(ステップ 2 5 8)。次に、第 2 補正係数  $k_{fcta2}$  の基準値と補正係数  $k_{dta2}$  とを次式右辺に代入することにより、今回の処  
15 理サイクルで用いるべき第 2 補正係数  $k_{fcta2}$  が算出される(ステップ 2 6 0)。

$$k_{fcta2} = k_{fcta2} * k_{dta2} \quad \dots (4)$$

補正係数  $k_{dta2}$  は、既述した通り、補正係数  $k_{dvt2}$  に対してほぼ比例的な関係を示す(図 2 6 参照)。このため、上記(4)式によれば、第 2 補正  
20 係数  $k_{fcta2}$  は、補正係数  $k_{dvt2}$  が 1. 0 に近づくほど  $k_{fcta2}$  の基準値に近い値に、また、補正係数  $k_{dvt2}$  が最小値 0 に近づくほど最小値 0 に近い値となる。換言すると、第 2 補正係数  $k_{fcta2}$  は、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が速く大きな進角量  $v_{t2}$  が設定されるほど最大値 1. 0 に近い値となり、また、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が遅く、進角量  $v_{t2}$  が小さな値となるほど最小値 0 に近い値  
25 に設定される。

図 2 7 に示すルーチンでは、後に、ステップ 1 3 0 において、目標  $ta$

の算出と、スロットル開度 TA の制御とが行われる。目標  $t_a$  の算出は、上記 (1) 式に従って、つまり、「目標  $t_a$  = 基本アイドル開度  $TA_0$  + 第 1 補正係数  $k_{fcta1}$  - 第 2 補正係数  $k_{fcta2}$ 」なる演算式に従って実行される。上記  
5 ステップ 260 の処理が実行される場合には、第 1 補正係数  $k_{fcta1}$  が 0 とされている (ステップ 120 参照)。この場合、目標  $t_a$  は、基本アイドル開度  $TA_0$  から第 2 補正係数  $k_{fcta2}$  を減じた値となる。つまり、この場合は、F/C 中の進角量  $vt_2$  が大きな値に設定されるほど、目標  $t_a$  は基本アイドル開度  $TA_0$  から大きく絞られた値となり、一方、進角量  $vt_2$  が小さな値に設定されるほど、目標  $t_a$  は基本アイドル開度  $TA_0$  に近い値となる。

- 10 進角量  $vt_2$  が大きい場合は、目標  $t_a$  を大きく絞っても、吸気負圧がさほど過大にならないため、オイル上がりやオイル下がり十分に抑制することができる。一方、進角量  $vt_2$  が十分に確保できない場合でも、目標  $t_a$  の絞りを小さくすれば、オイル上がりやオイル下がり防ぐことができる。上述した目標  $t_a$  の設定によれば、進角量  $vt_2$  の値に応じて、適宜これらの  
15 状況を作り出すことができる。このため、本実施形態のシステムによれば、可変動弁機構 32 の作動速度に合わせて進角量  $vt_2$  を調整しつつ、実施の形態 1 乃至 5 の場合と同様に、オイル上がりやオイル下がりの防止と、触媒の保護とを両立させることができる。

- ところで、上述した実施の形態 6 においては、説明の便宜上、吸気側の  
20 可変動弁機構 32 を進角させることによりバルブオーバーラップを発生させ、可変動弁機構 32 の作動速度に応じて、その際の進角量を決めることとしているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、バルブオーバーラップは、排気側の可変動弁機構 34 を遅角させることにより発生させることとしてもよい。そして、その場合は、可変動弁機構 34 の  
25 作動速度に応じて、その際の遅角量を決めることにより、実施の形態 6 の場合と同様の効果を実現することが可能である。

また、上述した実施の形態 6 においては、F/C 中に EGR を発生させる機構が可変動弁機構 3 2（または 3 4）に限定されているが、その機構はこれに限定されるものではない。すなわち、F/C 中に EGR を発生させる機構は、EGR 弁等を含む外部 EGR 機構であってもよい。この場合は、EGR 弁の作  
5 動速度に基づいて、F/C 中における EGR 弁の作動量を決めることにより、実施の形態 6 の場合と同様の効果を得ることが可能である。

また、上述した実施の形態 6 においては、成り行きにより全閉制御（ステップ 2 3 8 参照）が実行されるのを待って可変動弁機構 3 2 の閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  を計測することとしているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、全閉制御は、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  の計測が要求される場合に、  
10 強制的に実行することとしてもよい。

尚、上述した実施の形態 6 においては、可変動弁機構 3 2 が前記第 1 4 の発明における「EGR 可変機構」に相当していると共に、ECU 5 0 が、ステップ 2 4 0 の処理を実行することにより前記第 1 4 の発明における「作動  
15 速度検出手段」が、ステップ 2 4 4、並びにステップ 2 5 4 および 2 5 6 の処理を実行することにより前記第 1 4 の発明における「作動量設定手段」が、それぞれ実現されている。

また、上述した実施の形態 6 においては、ECU 5 0 が、ステップ 2 4 6、並びにステップ 2 5 8 および 2 6 0 の処理を実行することにより前記第 1  
20 5 の発明における「絞り量設定手段」が、それぞれ実現されている。  
実施の形態 7.

#### [実施の形態 7 の特徴]

次に、図 2 8 および図 2 9 を参照して、本発明の実施の形態 7 について説明する。

25 本実施形態のシステムは、上述した実施の形態 6 のシステムにおいて、ECU 5 0 に、図 2 4 に示すルーチンに代えて、後述する図 2 8 に示すルーチ

ンを実行させることにより実現することができる。

上述した実施の形態 6 のシステムは、機関回転数 NE が判定回転数 a より高い場合に、可変動弁機構 3 2 の閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  の計測を許可することとしている（上記ステップ 2 3 0 参照）。しかしながら、このような手法によると、内燃機関が低回転領域での運転を継続する限りは、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が計測できず、その結果、F/C 中に実現すべき進角量  $v_{t2}$  を正しく設定できないという事態が継続する。

ところで、可変動弁機構 3 2 は油圧を動力源としているため、可変動弁機構 3 2 の閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  は、機関回転数 NE に対して顕著な相関を示す。この相関が既知であれば、任意の機関回転数 NE の下で計測した閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$  を、高回転領域での閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  に変換することが可能である。そして、このような変換により閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  を推定することとすれば、内燃機関が高回転領域に達するのを待つことなく、高回転領域での閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  を取得することが可能である。そこで、本実施形態のシステムは、内燃機関の始動後、速やかに、上記の手法で閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  の推定を行うこととした。

#### 〔実施の形態 7 における具体的処理〕

図 2 8 は、上記の機能を実現するために ECU 5 0 が実行するルーチンのフローチャートである。このルーチンは、ステップ 2 3 0 および 2 3 2 が省略されていると共に、ステップ 2 4 0 がステップ 2 7 0 ~ 2 7 6 に置き換えられている点を除き、図 2 4 に示すルーチンと同一である。尚、図 2 8 に示すステップのうち、図 2 4 に示すステップと同一のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

すなわち、図 2 8 に示すルーチンによれば、機関回転数 NE が判定回転数 a を超えているか否かに関わらず、十分な進角量  $v_{tt}$  が生じているか、全閉制御の要求が生じているか、が順次判定される（ステップ 2 3 4 ~ 2 3



8)。そして、これらの条件が成立する場合は、その時点で、可変動弁機構 32 の閉じ速度が計測される（ステップ 270）。以下、ここで計測された閉じ速度を「基準閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$ 」と称す。

次に、現時点の機関回転数 NE、つまり、基準閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$  を計測した際の機関回転数 NE が取り込まれる（ステップ 272）。次いで、その NE に基づいて、VVT 遅角補正係数 kne が算出される（ステップ 274）。その後、基準閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$  と VVT 遅角補正係数 kne とを次式右边に代入することにより、高回転領域での閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が算出される（ステップ 276）。

$$\Delta v_{tc} = \Delta v_{tc0} * kne \quad \dots (5)$$

図 29 は、ECU 50 が記憶している補正係数 kne のマップである。このマップにおいて、補正係数 kne は、基準閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$  が計測された時点での機関回転数 NE の関数として定められている。より具体的には、補正係数 kne は、その時点の機関回転数 NE が低いほど大きな値となり、その時点の機関回転数 NE が高いほど最小値 1.0 に収束するように定められている。

上記ステップ 274 において、補正係数 kne は、図 29 に示すマップに従って設定される。その結果、低回転領域で基準閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  が計測されれば、補正係数 kne は大きな値に設定される。また、高回転領域で基準速度  $\Delta v_{tc}$  が計測されれば、補正係数 kne は、1.0 に近い値に設定される。そして、これらの補正係数 kne によれば、基準閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$  を、適正に高回転領域での閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  に変換することができる。

以上説明した通り、図 28 に示すルーチンによれば、機関回転数 NE が判定回転数 a を超えるのを待つことなく、高回転領域での閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  を適正に算出することができる。このため、本実施形態のシステムによれば、内燃機関の始動後、F/C 中の進角量  $vt2$  を適正に設定し得る状態が整うまでの期間を、十分に短縮することができる。

尚、上述した実施の形態 7 においては、ECU 5 0 が、ステップ 2 7 0 の処理を実行することにより前記第 1 7 の発明における「作動速度計測手段」が、ステップ 2 7 2 の処理を実行することにより前記第 1 7 の発明における「回転数記憶手段」が、ステップ 2 7 4 および 2 7 6 の処理を実行することにより前記第 1 7 の発明における「変換手段」が、それぞれ実現されている。

実施の形態 8.

[実施の形態 8 の特徴]

次に、図 3 0 および図 3 1 を参照して、本発明の実施の形態 8 について説明する。

本実施形態のシステムは、上述した実施の形態 6 のシステムに内燃機関の油温 THO を検出する油温センサを加えると共に、そのシステムにおいて、ECU 5 0 に、図 2 4 に示すルーチンに代えて、後述する図 3 0 に示すルーチンを実行させることにより実現することができる。

上述した実施の形態 7 のシステムは、機関回転数 NE が閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  に与える影響を考慮して、任意の機関回転数 NE の下で計測した基準閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$  を、補正係数  $k_{ne}$  により変換することで高回転領域での閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  を推定することとしている。ところで、可変動弁機構 3 2 の作動速度は、機関回転数 NE の他、油温にも大きな影響を受ける。

つまり、可変動弁機構 3 2 は、油圧を動力源としているため、油圧に対して顕著な相関を示す。内燃機関の油圧は、機関回転数 NE が同じであっても、油温が異なれば異なったものとなる。更に、可変動弁機構 3 2 の内部には、潤滑油の供給を受けて摺動する部分が存在する。そして、その潤滑部分のフリクションは、油温の変化に伴って潤滑油の粘性が変化することにより変化する。これらの理由により、可変動弁機構 3 2 の閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  は、油温の影響を大きく受ける。

そこで、本実施形態のシステムは、可変動弁機構 32 の閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  を算出するにあたって、機関回転数 NE の影響を考慮することに加えて、油温の影響をも考慮することとした。以下、図 30 および図 31 を参照して、上記の機能を実現するための具体的処理の内容について説明する。

5     〔実施の形態 8 における具体的処理〕

図 30 は、進角量  $v_{t2}$  を補正する補正係数  $k_{dvt2}$ 、並びにスロットル開度 TA の絞り量を補正する補正係数  $k_{dta2}$  を算出するために本実施形態において ECU 50 が実行するルーチンのフローチャートである。このルーチンは、ステップ 280 ~ 294 が、それぞれ適当な位置に挿入されている点  
10   を除き、図 28 に示すルーチンと同一である。尚、図 30 に示すステップのうち、図 28 に示すステップと同一のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

図 30 に示すルーチンによれば、先ず、油温検出済みフラグ XTH0 が 0 であるか否かが判別される(ステップ 280)。油温検出済みフラグ XTH0 は、  
15   内燃機関の始動後、初期化処理により 0 とされ、その後、基準閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$  の検出と共に油温 TH0 が検出されることにより 1 がセットされるフラグである。従って、内燃機関の始動直後は、 $XTH0 = 0$  の成立が判定される。

$XTH0 = 0$  の成立が認められた場合は、以後、基準閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$  の検出、機関回転数 NE の取り込み、および補正係数  $k_{ne}$  の算出等の処理が順次実行  
20   される(ステップ 234 ~ 238、およびステップ 270 ~ 274)。そして、これらの処理が終わると、次に、基準閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$  を検出した時点での油温 TH0 が取得される(ステップ 282)。更に、その油温 TH0 に基づいて、第 1 の VVT 遅角補正係数  $k_{tho1}$  が算出される(ステップ 284)。尚、 $k_{tho1}$  の算出手法については、後に詳細に説明する。

25   これらの処理が終わると、油温検出済みフラグ XTH0 に 1 がセットされる(ステップ 286)。次いで、基準閉じ速度  $\Delta v_{tc0}$  と VVT 遅角補正係数  $k_{ne}$

とを次式右边に代入することにより、現在の油温 TH0 を前提とした高回転領域での閉じ速度（以下、「第 1 閉じ速度  $\Delta vtc1$ 」と称す）が算出される（ステップ 288）。

$$\Delta vtc1 = \Delta vtc0 * kne \quad \dots (6)$$

- 5     以後、フラグ X $\Delta$ VTC の処理や補正係数 kdvt2, kdt a2 の設定処理（ステップ 278, 244, 246）等が実行された後、今回のルーチンが終了される。

図 30 に示すルーチンは、内燃機関の始動後、所定の実行周期で繰り返し起動される。第 1 閉じ速度  $\Delta vtc1$  の算出後に本ルーチンが起動された際には、ステップ 280 において、XTH0 = 0 の不成立が判別される。この場合は、先ず、その時点での油温 TH0 が検出される（ステップ 290）。

- 次いで、検出された油温 TH0 に基づいて、第 2 の VVT 遅角補正係数 ktho2 が算出される（ステップ 292）。その後、次式に従って閉じ速度  $\Delta vtc$  が算出され（ステップ 294）、ここで算出された閉じ速度  $\Delta vtc$  に基づいて、  
15   補正係数 kdvt2, kdt a2 の算出処理が実行される（ステップ 244, 246）。

$$\Delta vtc = \Delta vtc1 * ktho2 / ktho1 \quad \dots (7)$$

- 図 31 は、第 1 および第 2 の VVT 遅角補正係数 ktho1, ktho2 を算出するために、ECU 50 が記憶しているマップを示す。図 31 に示すマップは、VVT 遅角補正係数 ktho と油温 TH0 との関係を定めている。ECU 50 は、上記ステップ 284 では、ステップ 282 において取得した油温 TH0 に対応する補正係数 ktho を図 31 に示すマップから読み出し、その値を第 1 の VVT 遅角補正係数 ktho1 とする。また、上記ステップ 292 では、ステップ 290 において取得した油温 TH0 に対応する補正係数 ktho を図 31 に示すマップから読み出し、その値を第 2 の VVT 遅角補正係数 ktho2 とする。

- 25   図 31 に示すマップによれば、補正係数 ktho は、油温 TH0 が 80℃ 近傍である場合に最大値 1.0 付近の値となり、また、油温 TH0 が 80℃ から

高温側或いは低温側にシフトするほど小さな値になるように設定されている。可変動弁機構 3 2 の動力源である油圧は、油温の上昇に伴って潤滑油の粘度が下がるほど低下する。一方、可変動弁機構 3 2 のフリクションは、油温の低下に伴ってその粘度が上がるほど増加する。このため、可変動弁機構 3 2 の作動速度、つまり、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  は、油温に対して、図 3 1 に示す補正係数  $k_{tho}$  と同様の増減傾向を示す。

従って、上記 (7) 式の右辺に含まれる「 $k_{tho2}/k_{tho1}$ 」は、物理的には、第 2 の VVT 遅角補正係数  $k_{tho2}$  が検出された際の作動速度と、第 1 の VVT 遅角補正係数  $k_{tho1}$  が検出された際の作動速度との比と等価である。このため、上記 (7) 式によれば、第 2 の VVT 遅角補正係数  $k_{tho2}$  が計測された時点での閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  を、正確に算出することが可能である。

以上説明した通り、図 3 0 に示すルーチンによれば、任意の機関回転数 NE および任意の油温の下で第 1 閉じ速度  $\Delta v_{tc1}$  を測定しておき、その値  $\Delta v_{tc1}$  を「 $k_{tho2}/k_{tho1}$ 」の比で補正することにより、任意のタイミングにおける閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  を正確に算出することができる。このため、本実施形態のシステムによれば、実施の形態 7 の場合と同様に、閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  の取得に要する時間を十分に短時間にすることができると共に、実施の形態 7 の場合に比して、F/C 中の進角量  $vt2$  の設定精度を更に高めることが可能である。

ところで、上述した実施の形態 8 においては、油温が閉じ速度  $\Delta v_{tc}$  に与える影響を加味するために、油温そのものを検出することとしているが、その補正の基礎は油温に限定されるものではない。例えば、内燃機関の冷却水温 THW を、油温 THO の代わりに用いることによっても同様の機能を実現することは可能である。

尚、上述した実施の形態 8 においては、ECU 5 0 が、図 3 0 に示すステップ 2 7 0 の処理を実行することにより前記第 1 8 の発明における「作動速



度計測手段」が、ステップ 280 の処理を実行することにより前記第 18 の発明における「油温記憶手段」が、ステップ 292 の処理を実行することにより前記第 18 の発明における「油温検出手段」が、ステップ 294 の処理を実行することにより前記第 18 の発明における「変換手段」が、

5   それぞれ実現されている。

## 請求の範囲

1. 内燃機関の減速時にフューエルカットを行うフューエルカット手段と、

- 5 高機関回転数下でのフューエルカット時に、低機関回転数下でのフューエルカット時に比して、排気ガス再循環量を多量とする EGR 制御手段と、  
高機関回転数下でのフューエルカット時に、低機関回転数下でのフューエルカット時に比して、吸入空気量を減量させる吸入空気量制御手段と、  
を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

10

2. 前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えているか否かを判断する実 EGR 判断手段を備えると共に、

- 前記吸入空気量制御手段は、高機関回転数下でフューエルカットが開始された後、前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えるのを待って、  
15 吸入空気量を減量させるための制御を開始する制御遅延手段を含むことを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

3. 吸気弁開弁期間と排気弁開弁期間とが重なるバルブオーバーラップ期間を可変とする可変動弁機構を備え、

- 20 前記 EGR 制御手段は、前記可変動弁機構を駆動して内部排気ガス再循環量を増減させる VVT 制御手段を含み、

前記実 EGR 判断手段は、前記可変動弁機構の状態に基づいて、前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えているか否かを判断することを特徴とする請求項 2 記載の内燃機関の制御装置。

25

4. 前記吸入空気量制御手段は、高機関回転数下でフューエルカットが

開始された後、前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えるまでは、フューエルカットの開始時以上の吸入空気量を維持する手段を含むことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の内燃機関の制御装置。

- 5     5.     前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えているか否かを判断する実 EGR 判断手段と、

フューエルカットの実行条件が成立した後、前記排気ガス再循環量の現実値が判定値を超えるまでは、フューエルカットの実行を禁止するフューエルカット禁止手段と、

- 10     を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

6.     フューエルカットの実行条件が成立した後、フューエルカット禁止限界期間が経過した時点で、フューエルカットの実行禁止を解除するフューエルカット禁止解除手段を更に備えることを特徴とする請求項 5 記載の内燃機関の制御装置。

7.     アクセル開度に基づいてスロットル開度を電子制御するスロットル開度電子制御手段を備えると共に、

- 20     前記フューエルカット手段は、フューエルカットの実行条件が成立しているか否かを、前記アクセル開度に基づいて判断することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

8.     フューエルカットの継続時間が所定時間に達した時点で、前記 EGR 制御手段による前記排気ガス再循環量の増量補正を解除する EGR 増量解除手段と、
- 25

フューエルカットの継続時間が前記所定時間に達した時点で、前記吸入空気量制御手段による前記吸入空気量の減量補正を解除する減量解除手段と、

5      を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

9.      フューエルカットの開始後、内燃機関の排気通路に配置される触媒が酸素を一杯に吸蔵したと推定される時点で、前記継続時間が前記所定時間に達したと判断する継続時間判断手段を更に備えることを特徴とする請求項 8 記載の内燃機関の制御装置。

10.      前記触媒は、直列に配置された上流触媒と下流触媒を含み、  
前記上流触媒の下流に配置された下流酸素センサを備え、  
前記継続時間判断手段は、  
15      フューエルカットの開始後、前記下流酸素センサの出力がリーン出力となった時点からの積算吸入空気量を算出する空気量積算手段と、  
前記積算吸入空気量が、前記下流触媒に酸素を一杯に吸蔵させる値に到達した時点で、前記継続時間が前記所定時間に達したと判断する判断手段とを含むことを特徴とする請求項 9 記載の内燃機関の制御装置。

20

11.      前記上流触媒の酸素吸蔵容量を検出する上流側酸素吸蔵容量検出手段と、

前記下流触媒に酸素を一杯に吸蔵させる値を、前記上流触媒の酸素吸蔵容量に基づいて設定する設定手段と、

25      を更に備えることを特徴とする請求項 10 記載の内燃機関の制御装置。

1 2.      フューエルカットの継続時間が前記所定時間に達した時点で、吸入空気量を、フューエルカットの開始前における流量に比して多い冷却目的流量に制御する冷却流量実現手段と、

5      フューエルカットが継続されたまま前記冷却目的流量が所定の冷却時間だけ維持された時点で、吸入空気量を、フューエルカットの開始前における流量に比して大きく、且つ、前記冷却目的流量に比して少ない流量に制御する流量変更手段と、

を備えることを特徴とする請求項 8 乃至 1 1 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

10

1 3.      内燃機関の排気通路に配置された触媒の温度を検知または推定する触媒温度検知推定手段と、

前記触媒の温度に基づいて前記冷却時間を設定する冷却時間設定手段と、  
を備えることを特徴とする請求項 1 2 記載の内燃機関の制御装置。

15

1 4.      前記 EGR 制御手段は、

排気ガス再循環量を変化させるべく作動する EGR 可変機構と、

前記 EGR 可変機構の作動速度を検出する作動速度検出手段と、

20      フューエルカット時における前記 EGR 可変機構の作動量を、前記作動速度に基づいて設定する作動量設定手段と、

を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

1 5.      前記吸入空気量制御手段は、フューエルカット時における前記吸入空気量の絞り量を、前記作動量が大きいほど小さな値に設定する絞り量  
25      設定手段を含むことを特徴とする請求項 1 4 記載の内燃機関の制御装置。



1 6 . 前記作動速度検出手段は、機関回転数が判定値を超える領域での前記 EGR 可変機構の作動速度を検出することを特徴とする請求項 1 4 または 1.5 記載の内燃機関の制御装置。

5

1 7 . 前記作動速度検出手段は、

任意の機関回転数下で前記 EGR 可変機構の作動速度を計測する作動速度計測手段と、

前記作動速度の計測時における機関回転数を記憶する回転数記憶手段と、

10 前記計測時における機関回転数に基づいて、前記作動速度計測手段によって計測された作動速度を、前記判定値を超える領域での作動速度に変換する変換手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 6 記載の内燃機関の制御装置。

15 1 8 . 前記 EGR 可変機構は、内燃機関の油圧を駆動源としており、

前記作動速度検出手段は、

任意の油温下で前記 EGR 可変機構の作動速度を計測する作動速度計測手段と、

前記作動速度の計測時における油温を記憶する油温記憶手段と、

20 所定のタイミングで油温を検出する油温検出手段と、

前記計測時における油温と、前記所定のタイミングにおける油温とに基づいて、前記作動速度計測手段によって計測された作動速度を、前記所定のタイミングにおける作動速度に変換する変換手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 4 乃至 1 7 の何れか 1 項記載の内燃

25 機関の制御装置。

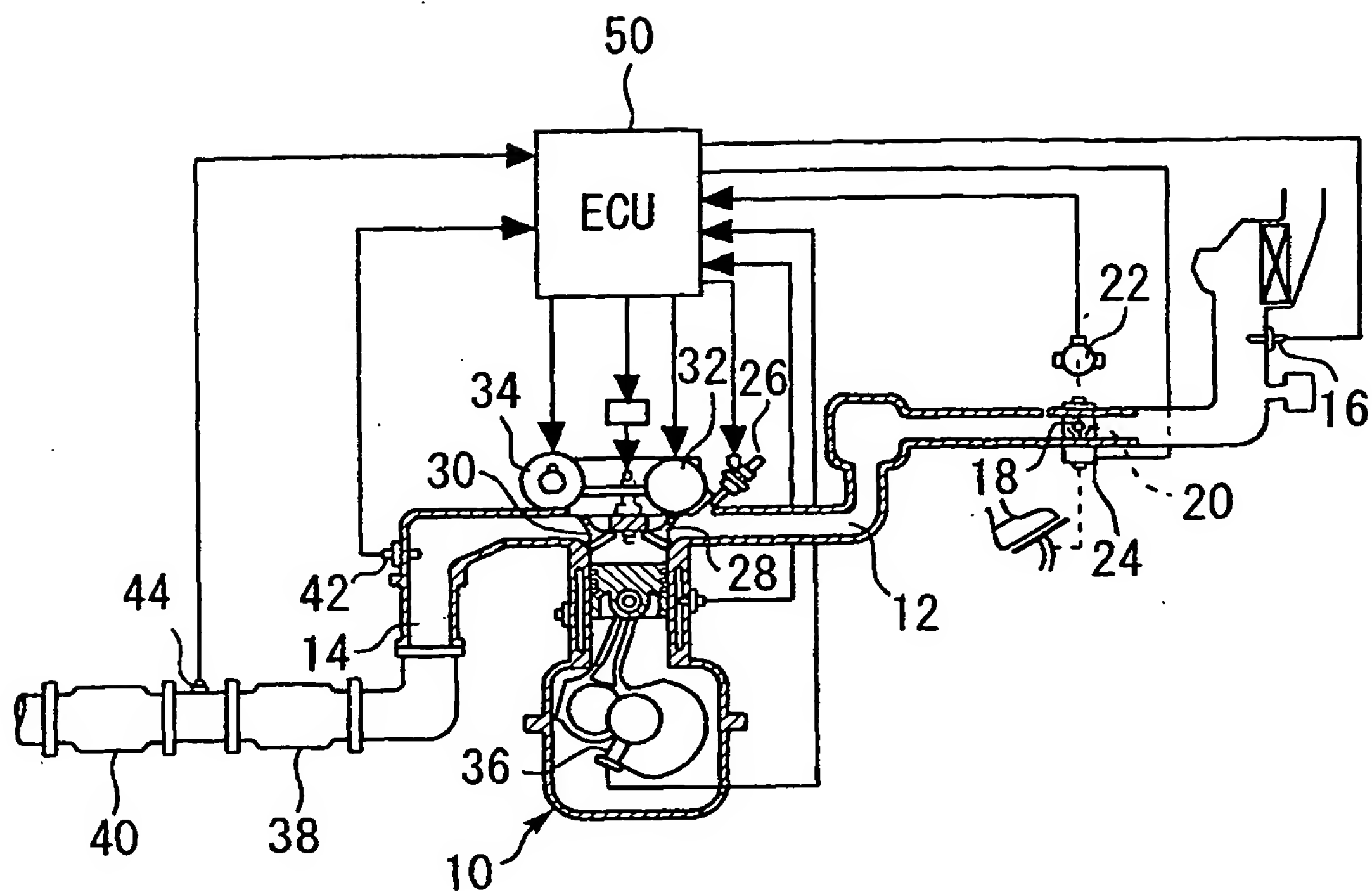
19. 前記冷却流量実現手段、および前記流量変更手段は、スロットル開度またはアイドルスピードコントロール (ISC) バルブ流量を制御することにより吸入空気量を制御することを特徴とする請求項12記載の内燃機関の制御装置。

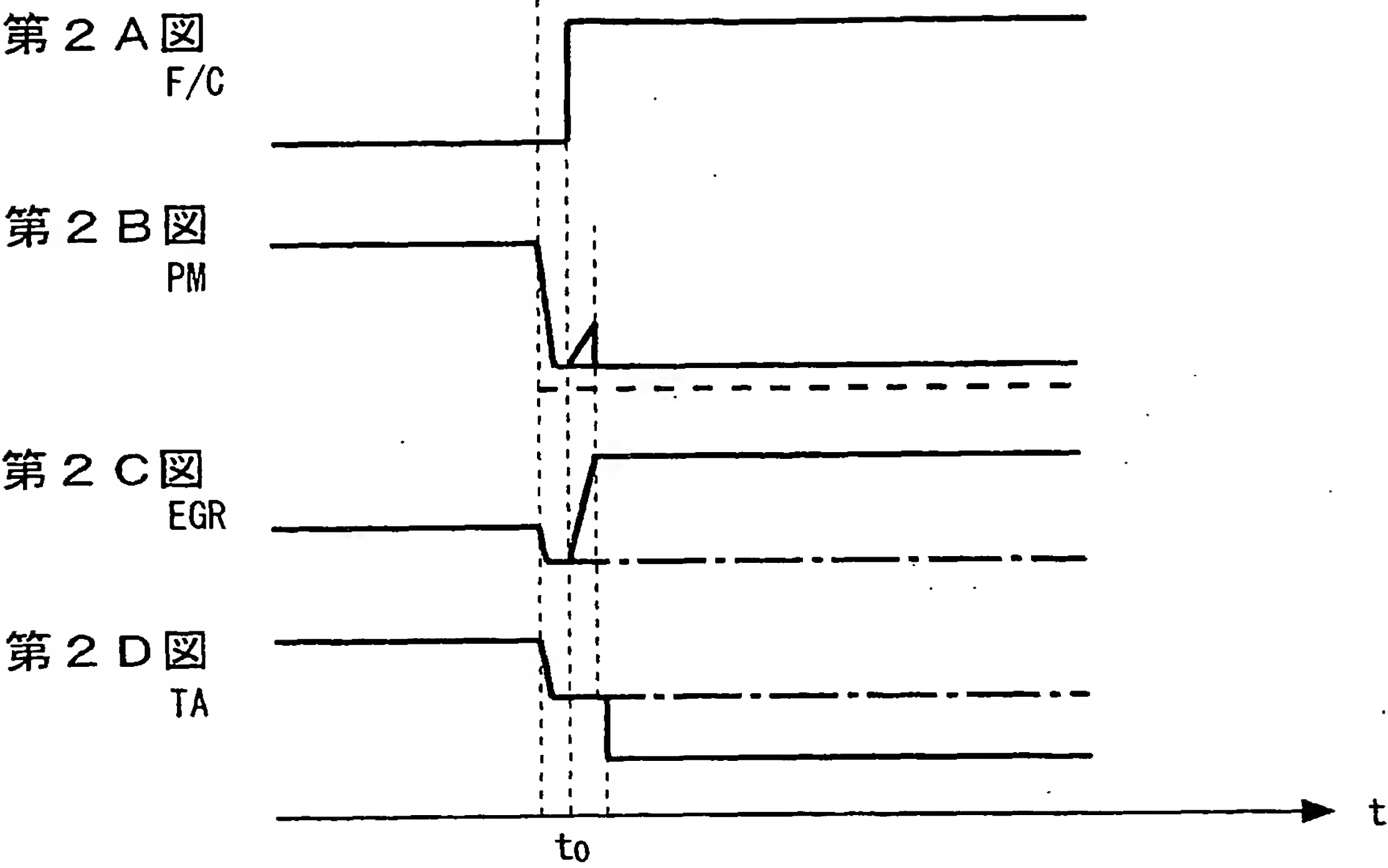
5

20. 前記吸入空気量制御手段は、スロットル開度またはアイドルスピードコントロール (ISC) バルブ流量を制御することにより吸入空気量を制御することを特徴とする請求項1乃至19の何れか1項記載の内燃機関の制御装置。

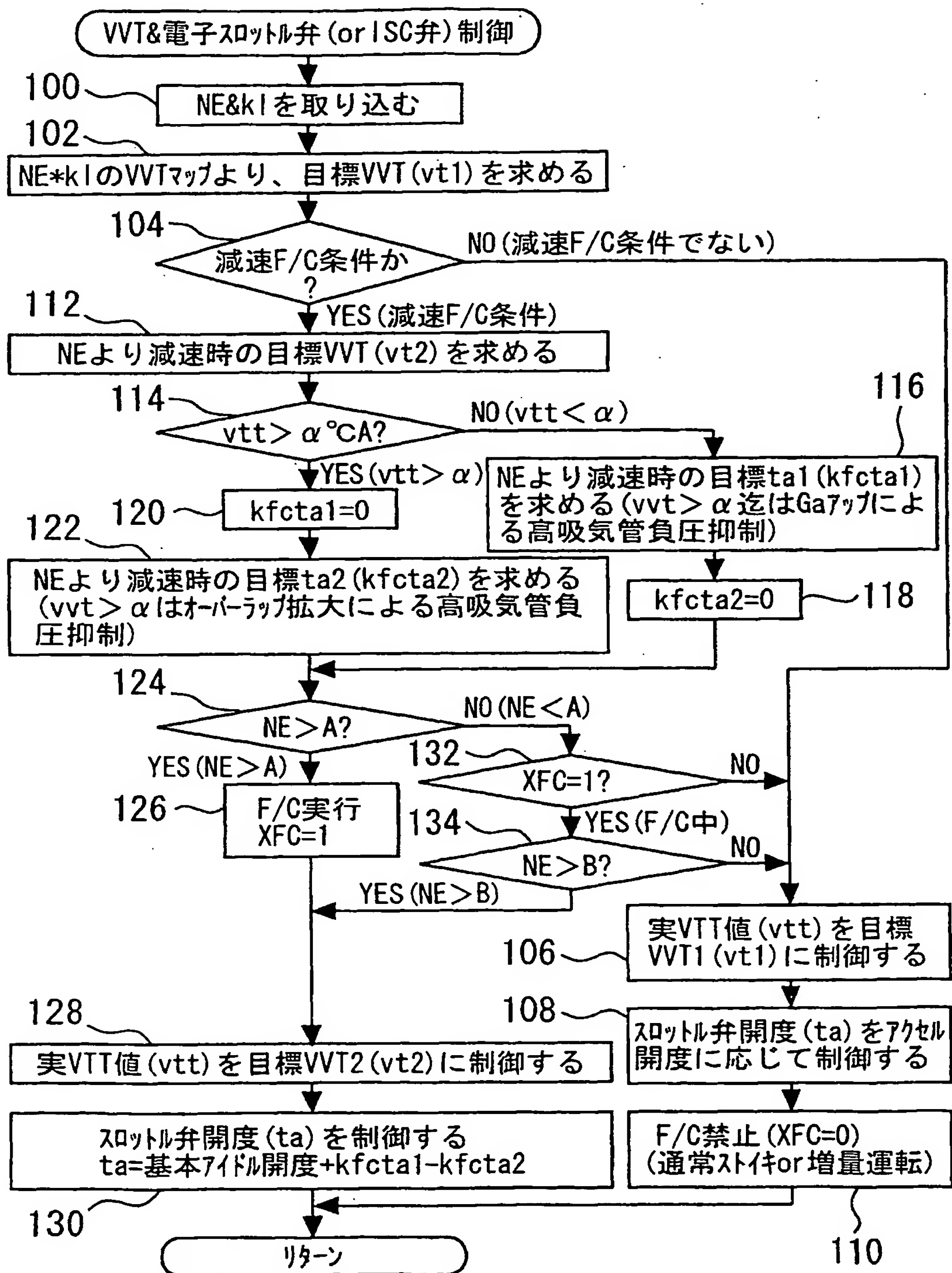
10

## 第 1 図





## 第 3 図





第 4 図

〈減速F/C以外のNE\*k|による目標VVT1値(vt1)〉

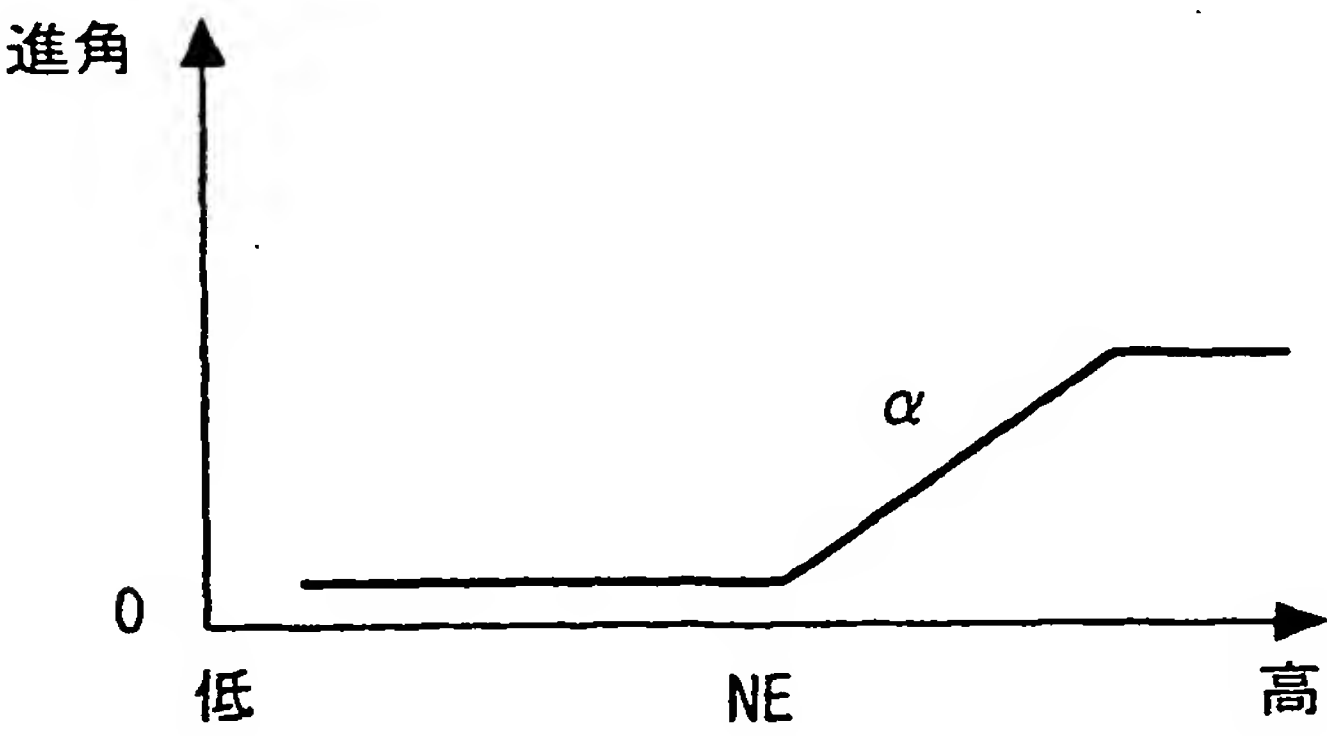
| k  \ NE | 800 | 1200 | 1600 | — | — | 6000 | 6400 |
|---------|-----|------|------|---|---|------|------|
| 10      | 0   | 0    | 0    | — | — | 0    | 0    |
| 20      | 3   | 5    | 5    | — | — | 2    | 0    |
| 30      | 8   | 10   | 14   | — | — | 2    | 0    |
| —       | —   | —    | —    | — | — | —    | —    |
| 90      | 15  | 25   | 30   | — | — | 2    | 0    |
| 100     | 15  | 25   | 30   | — | — | 2    | 0    |

第 5 図

〈減速F/C時のNEによる目標VVT2値(vt2)〉

| NE  | 800 | — | 1600 | 2800 | 4000 | 5200 | 6400 |
|-----|-----|---|------|------|------|------|------|
| vtt | 0   | — | 0    | 25   | 30   | 30   | 30   |

第 6 図



## 第 7 図

〈減速F/C, 且つVVT進角が小さい時のNEによる  
目標スロットル開度値(kfcta1)〉

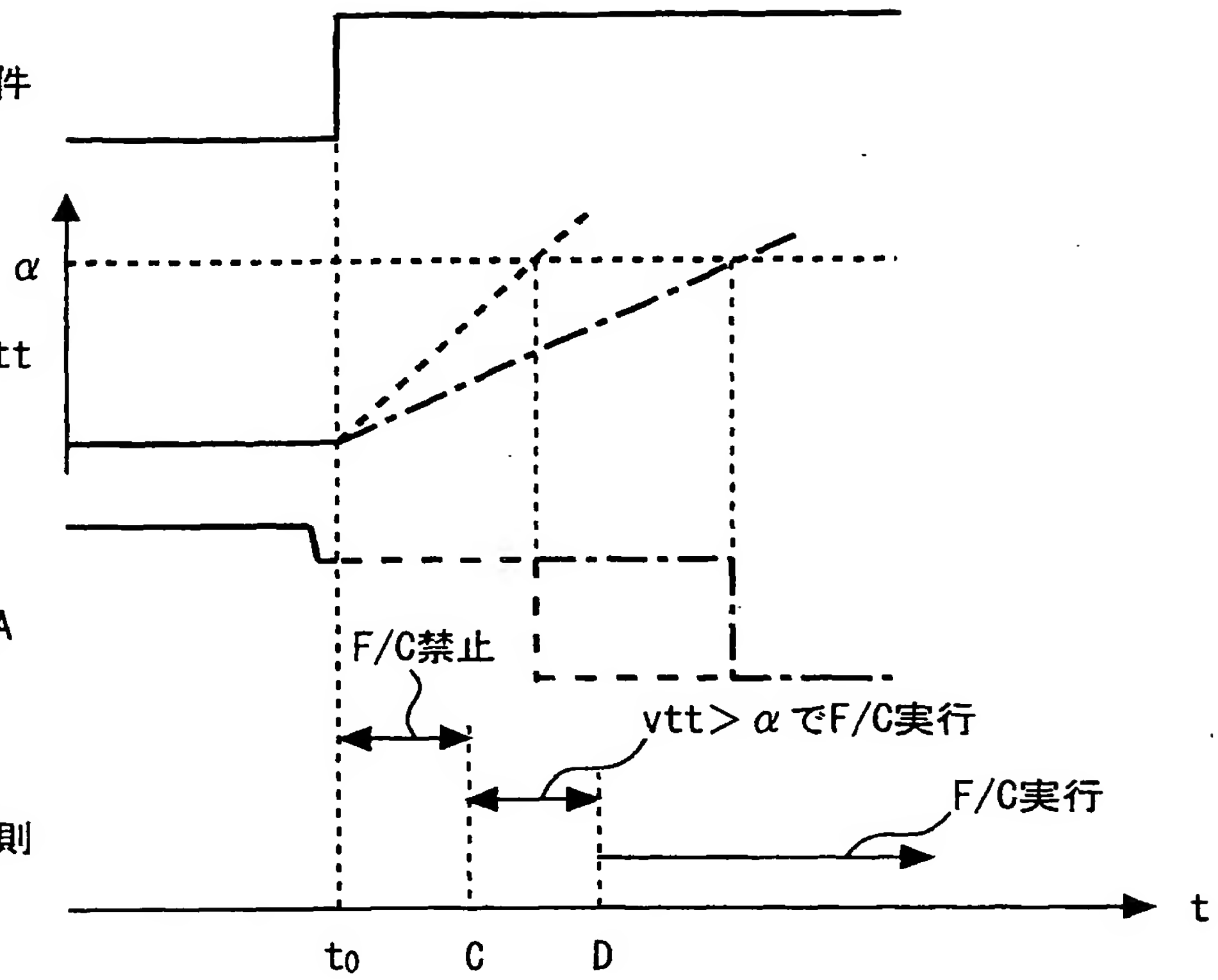
|    |     |   |      |      |      |      |      |
|----|-----|---|------|------|------|------|------|
| NE | 800 | — | 1600 | 2800 | 4000 | 5200 | 6400 |
| ta | 0   | — | 0    | 4    | 5    | 6    | 7    |

## 第 8 図

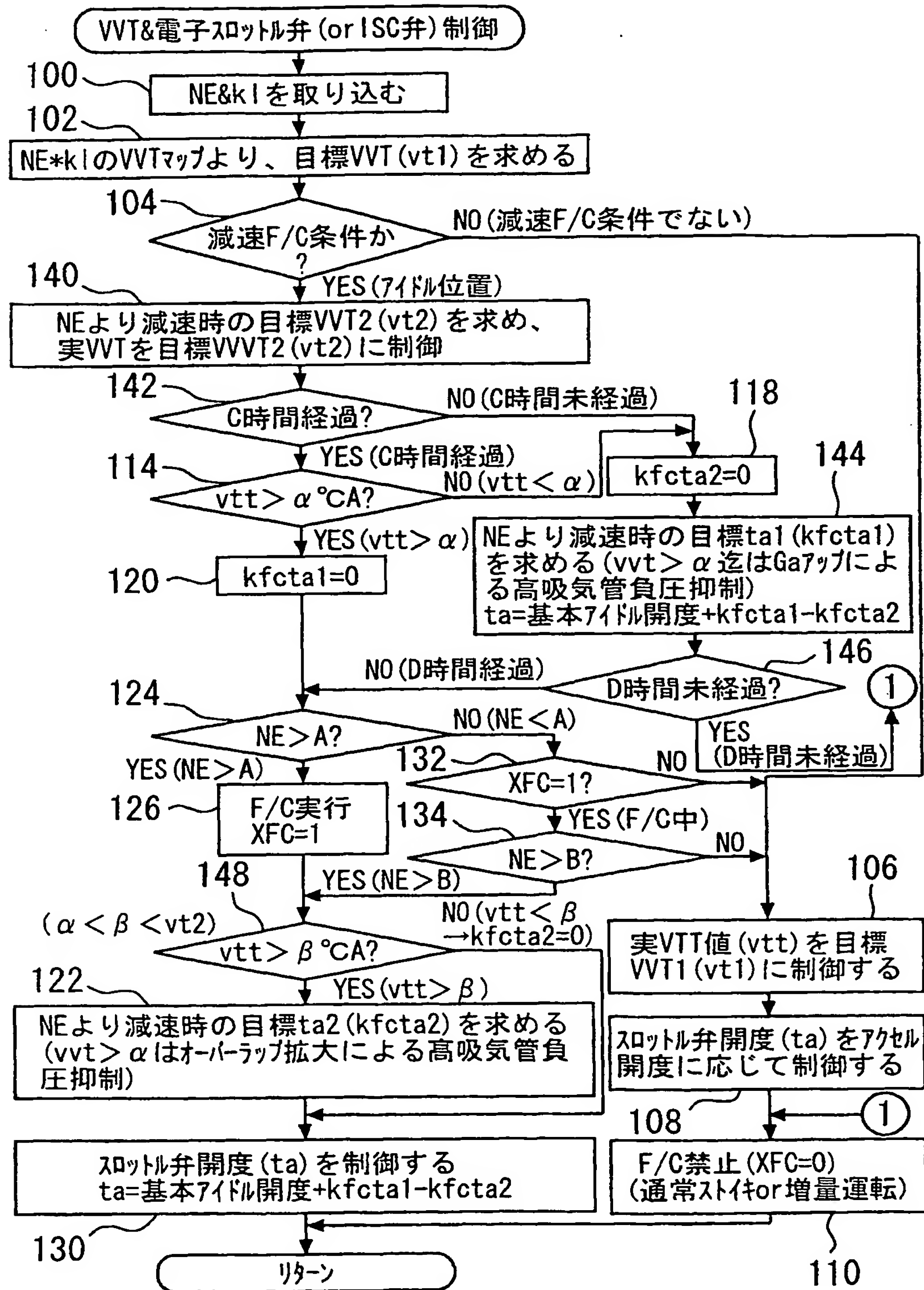
〈減速F/C, 且つVVT進角が大きい時のNEによる  
目標スロットル弁閉じ値(kfcta2)〉

|    |     |   |      |      |      |      |      |
|----|-----|---|------|------|------|------|------|
| NE | 800 | — | 1600 | 2800 | 4000 | 4800 | 6400 |
| ta | 0   | — | 0    | 4以上  | 5以上  | 6以上  | 7以上  |

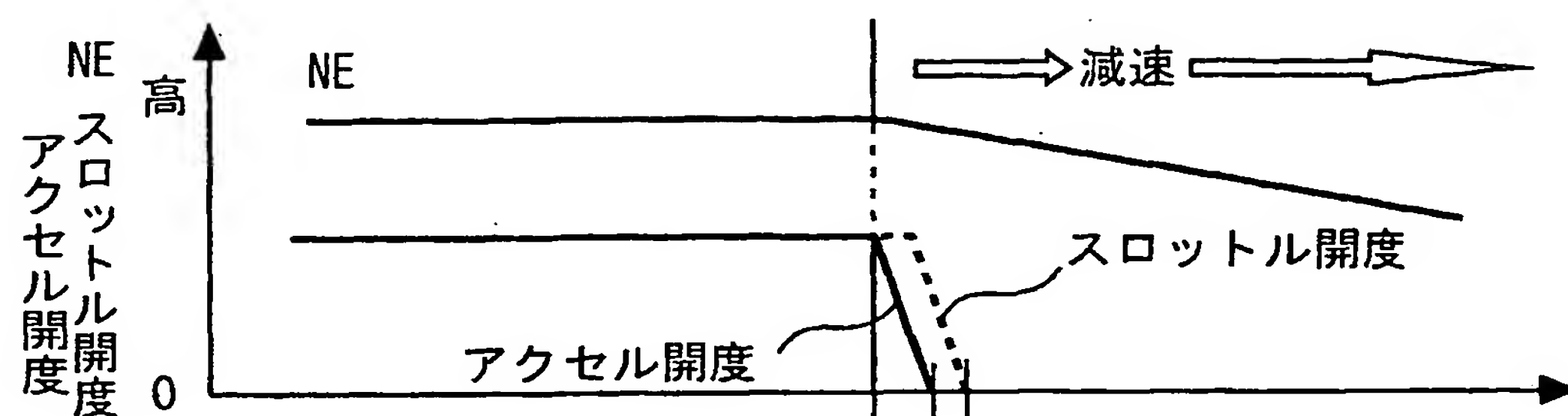
6 / 23

第9A図  
F/C条件第9B図  
仮想vtt第9C図  
仮想TA第9D図  
F/C規則

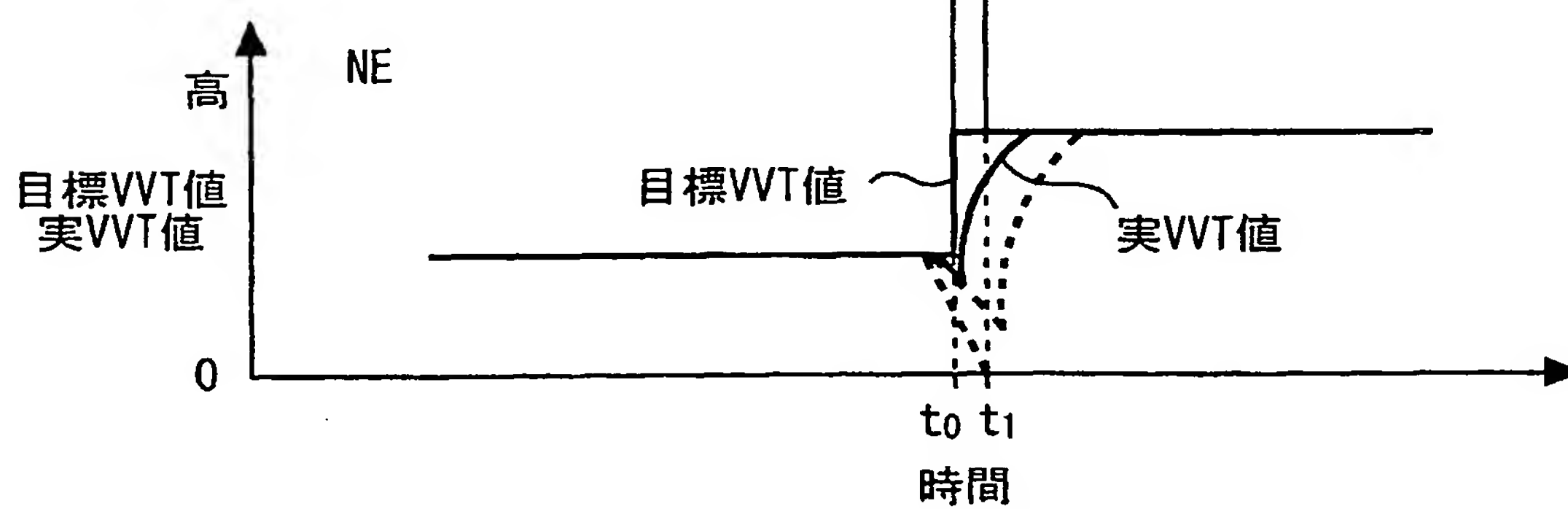
## 第 10 図



第 1 1 A 図

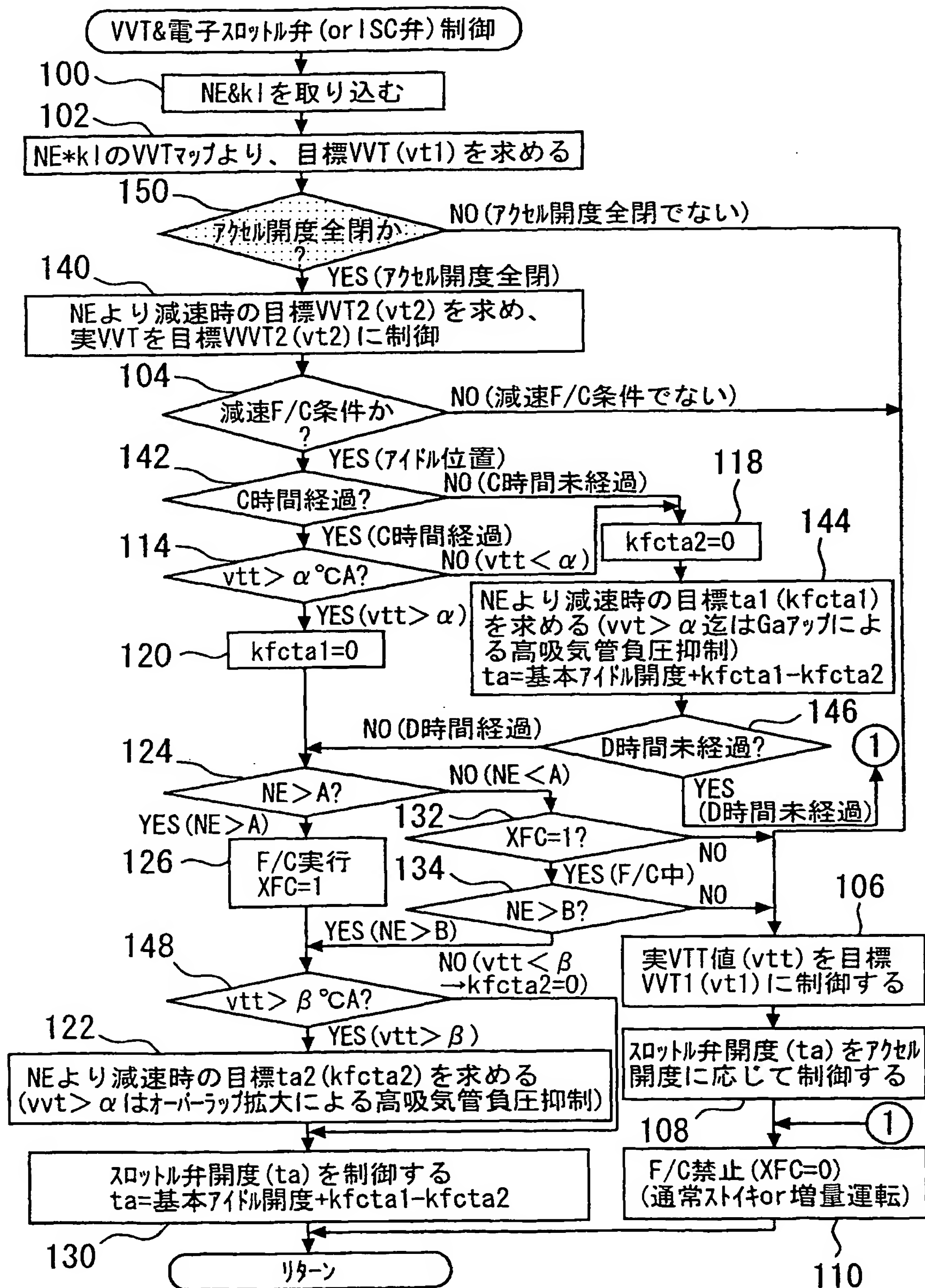


第 1 1 B 図





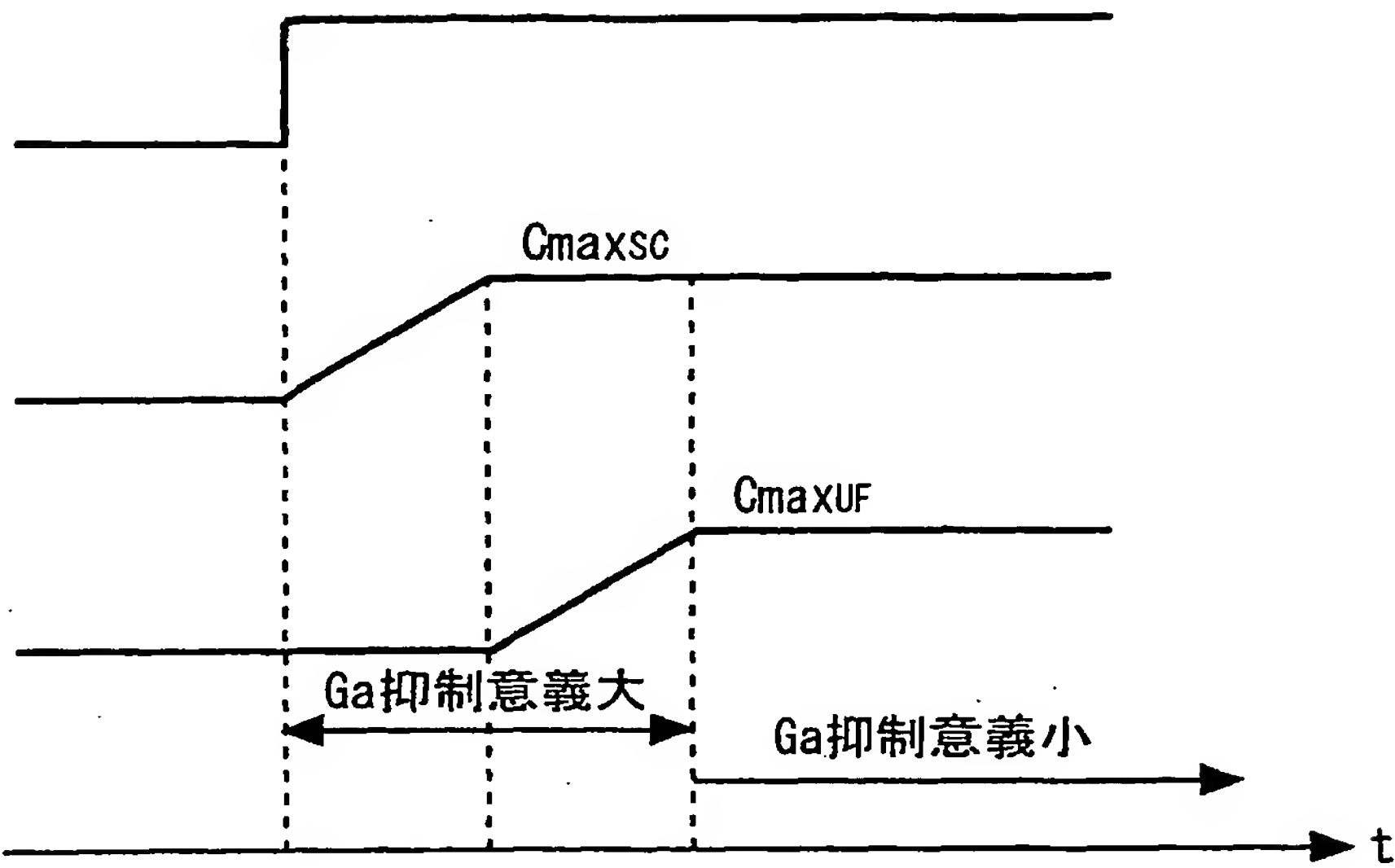
## 第 1 2 図



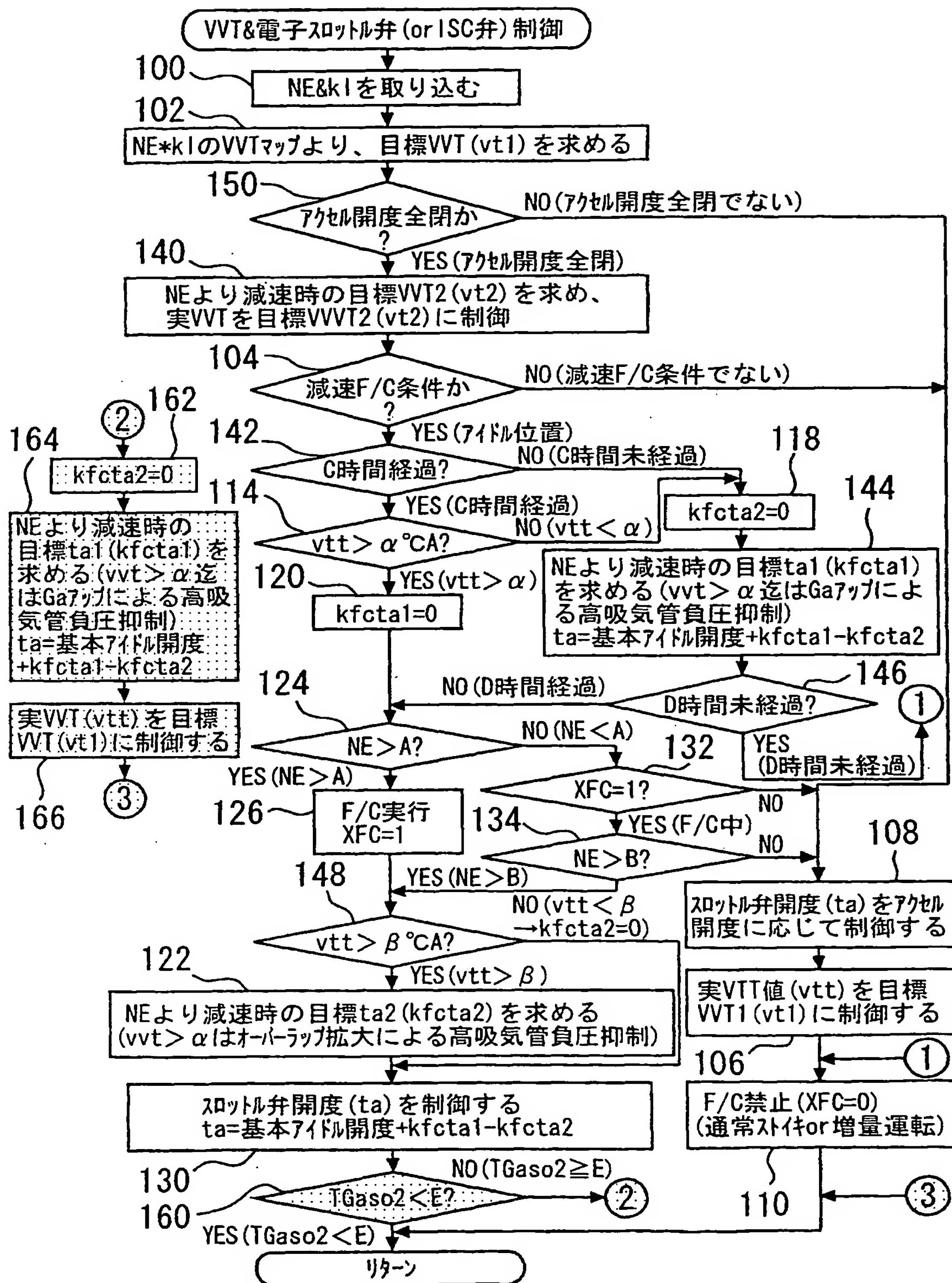
第 1 3 A 図  
F/C

第 1 3 B 図  
OSAsc

第 1 3 C 図  
OSAUF

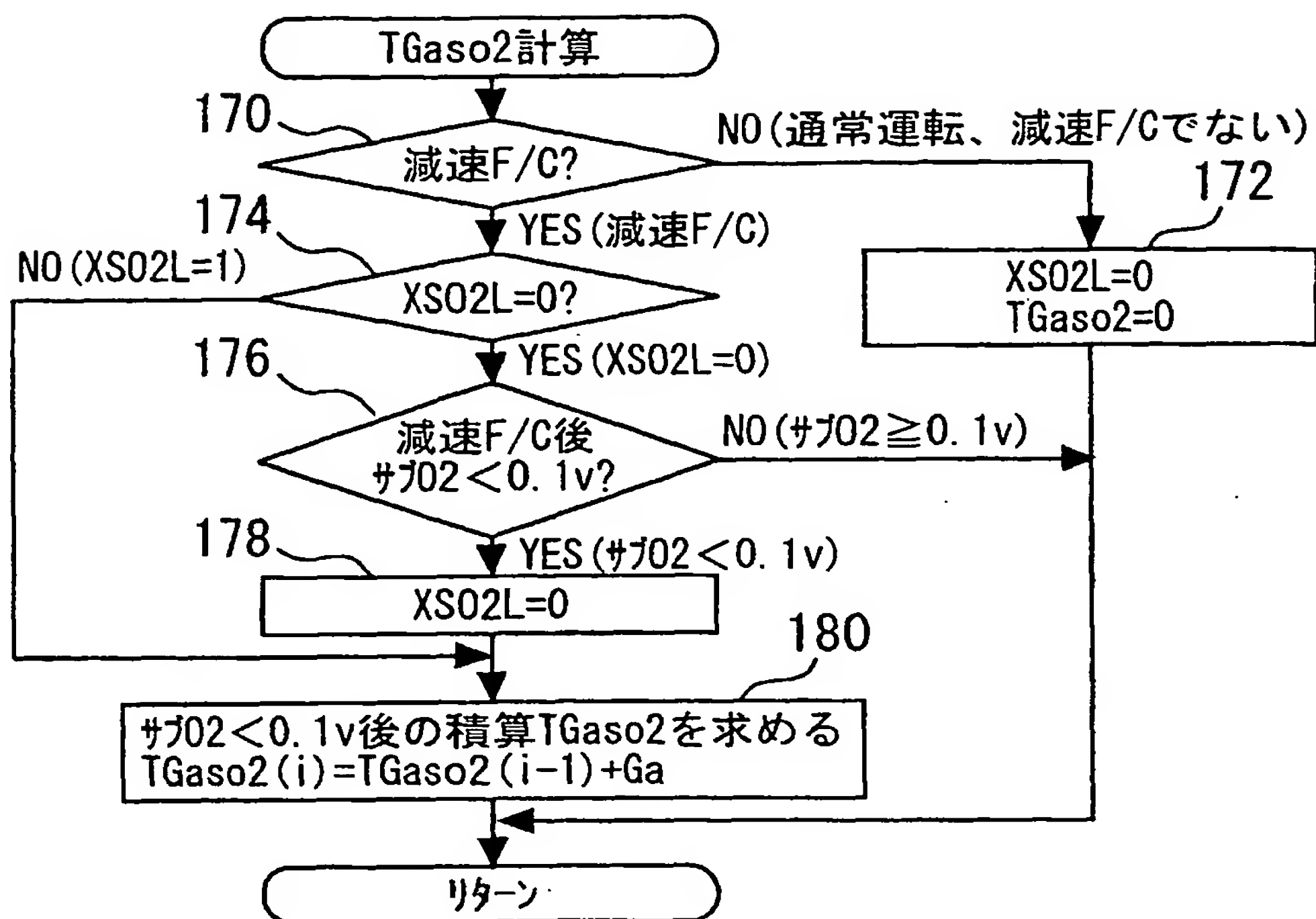


第 14 図

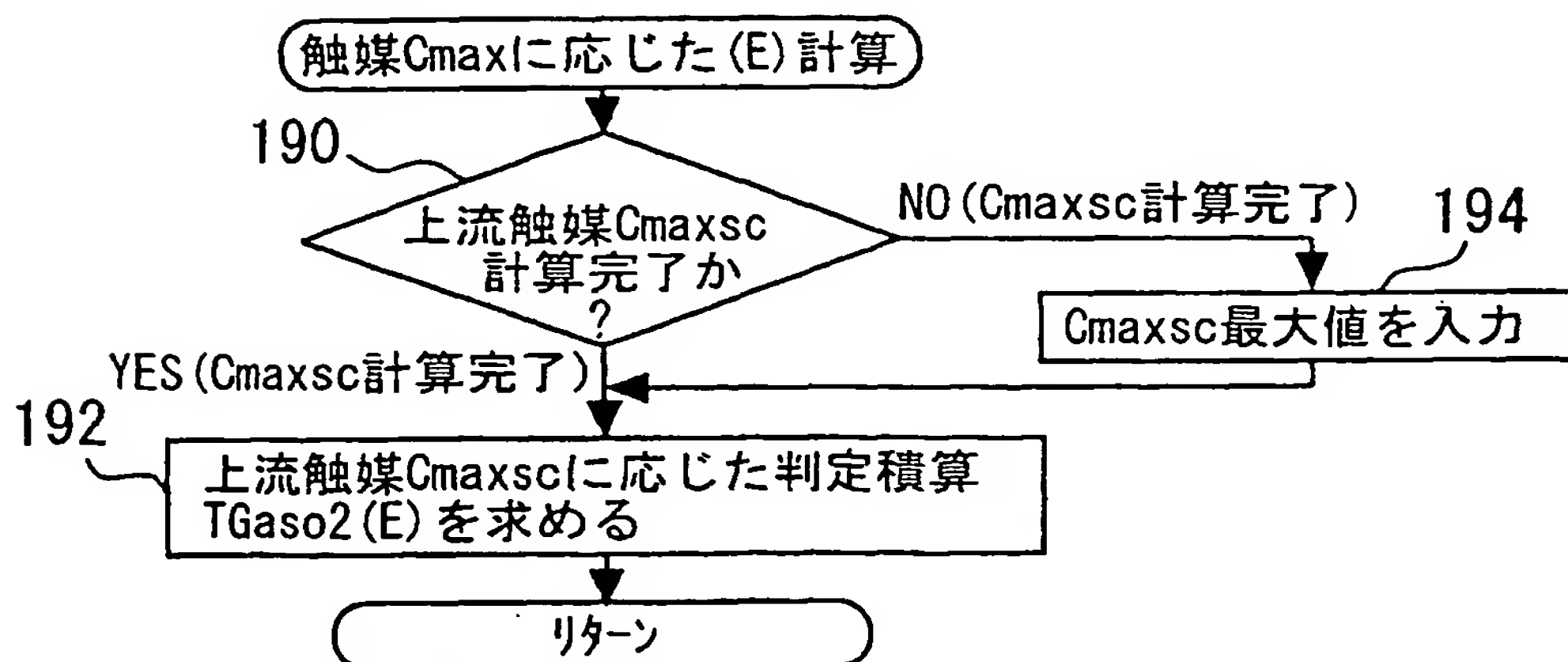


12/23

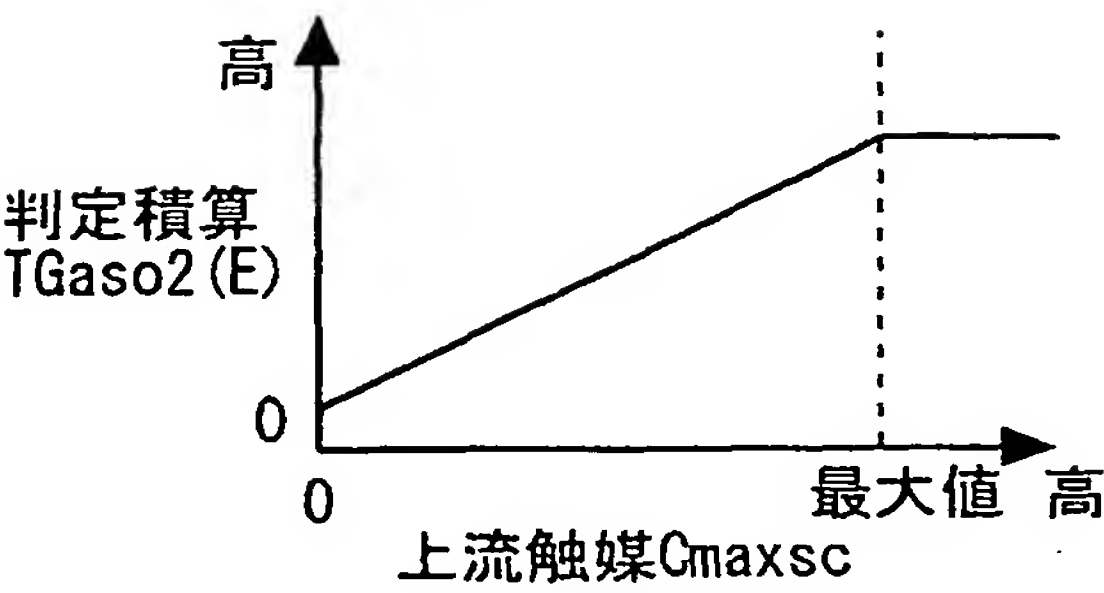
## 第 1 5 図



## 第 1 6 図



第 1 7 図

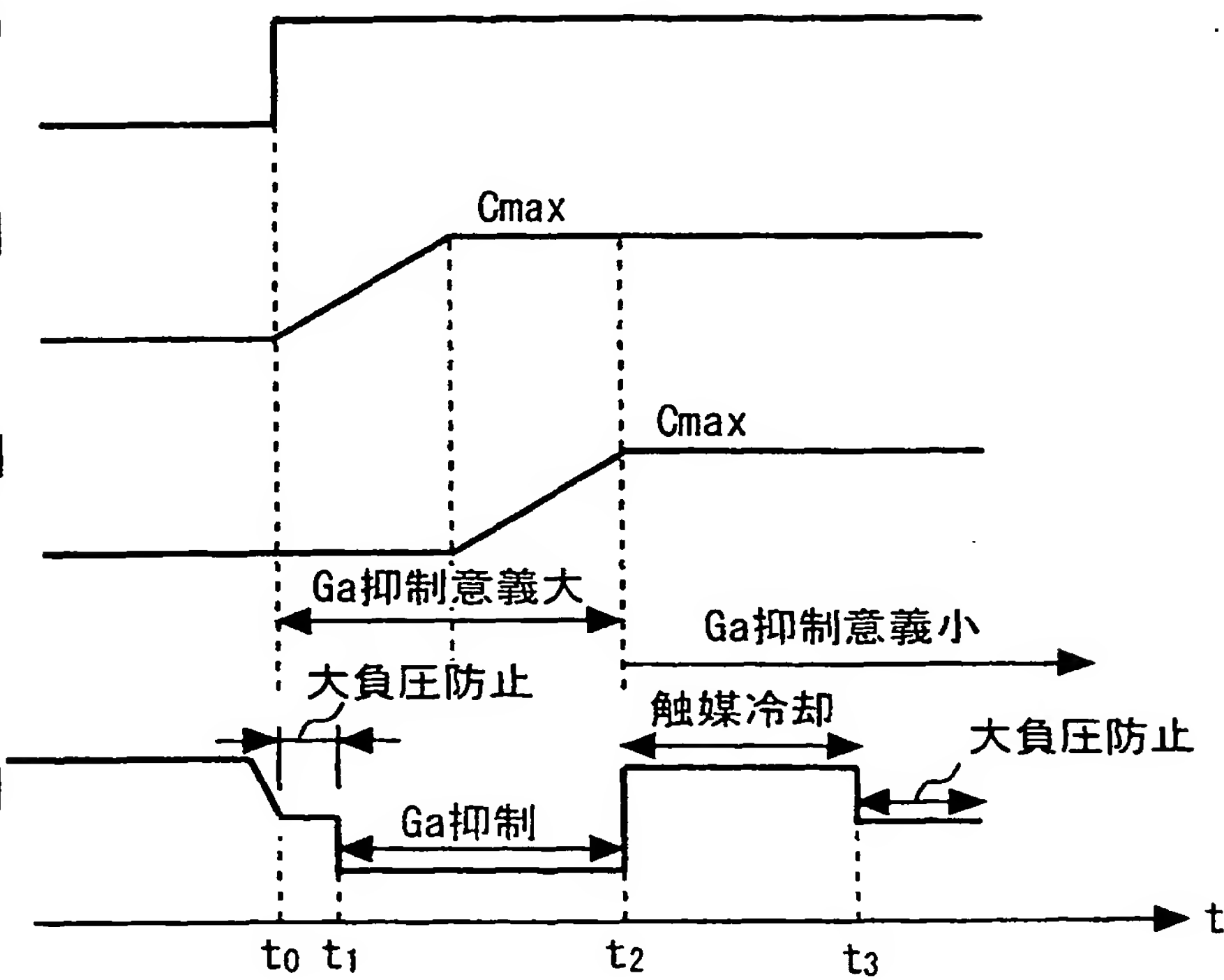


第 1 8 A 図  
F/C

第 1 8 B 図  
OSAsc

第 1 8 C 図  
OSAUF

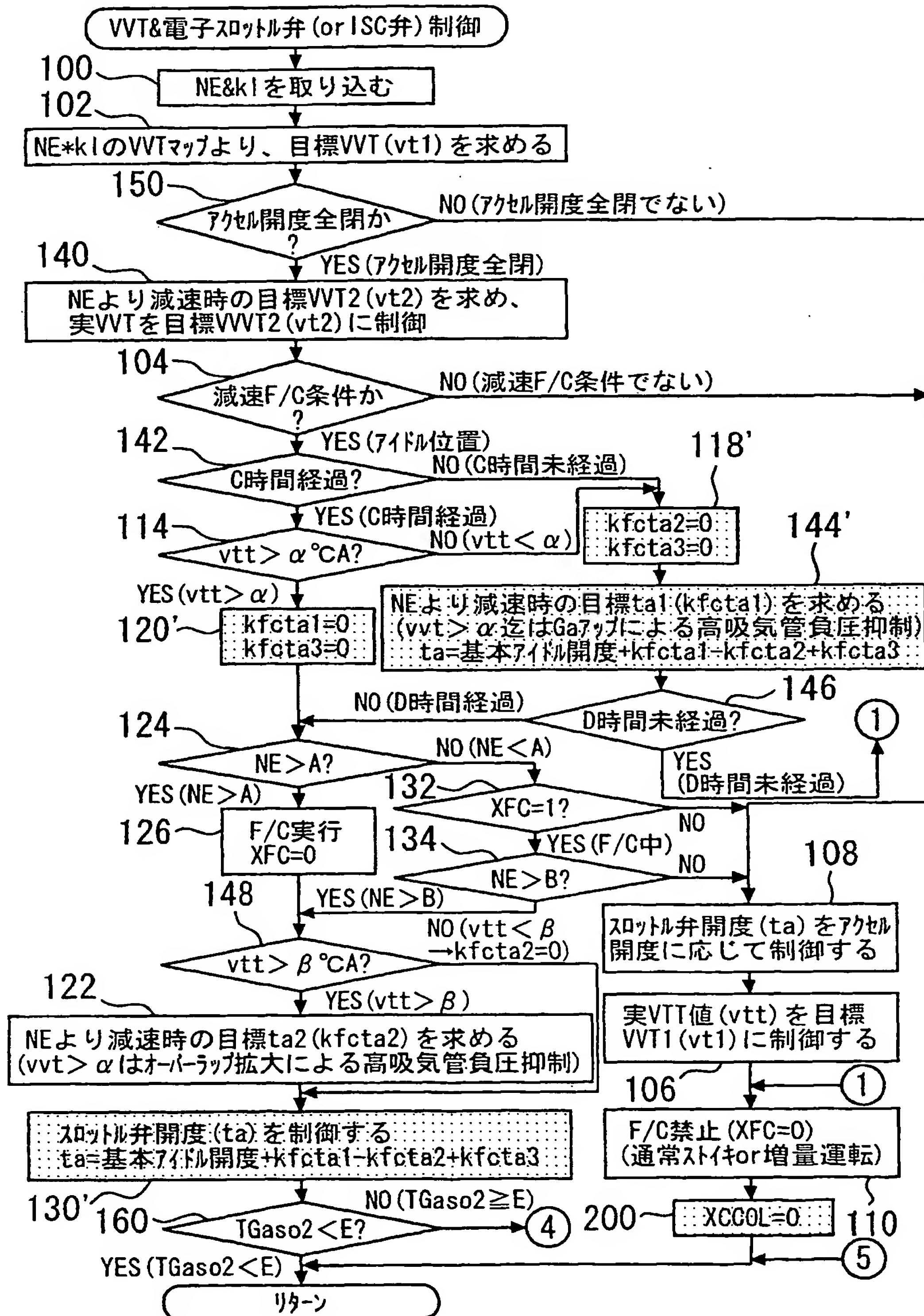
第 1 8 D 図  
TA





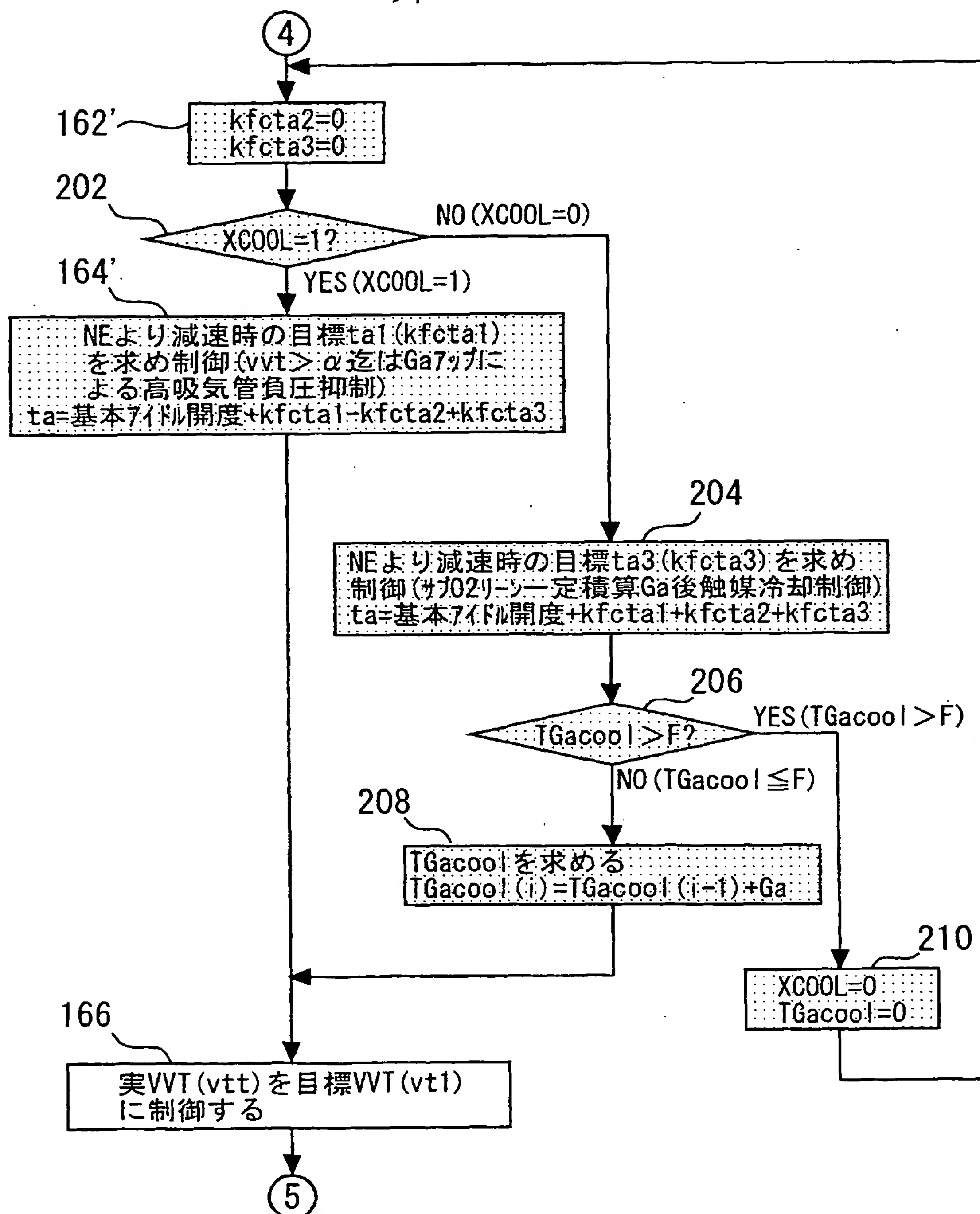
14/23

## 第19図



15/23

## 第20図

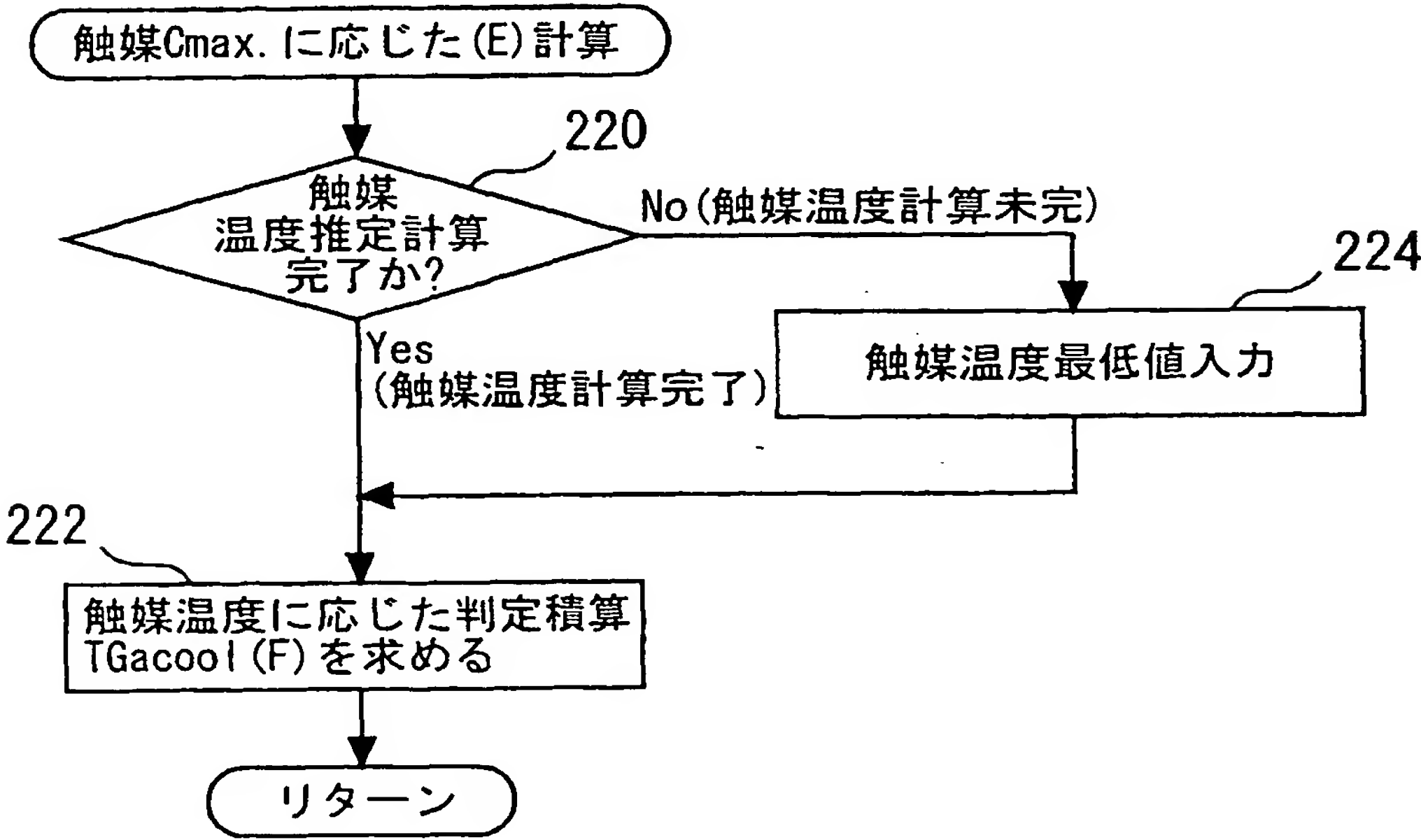


第 2 1 図

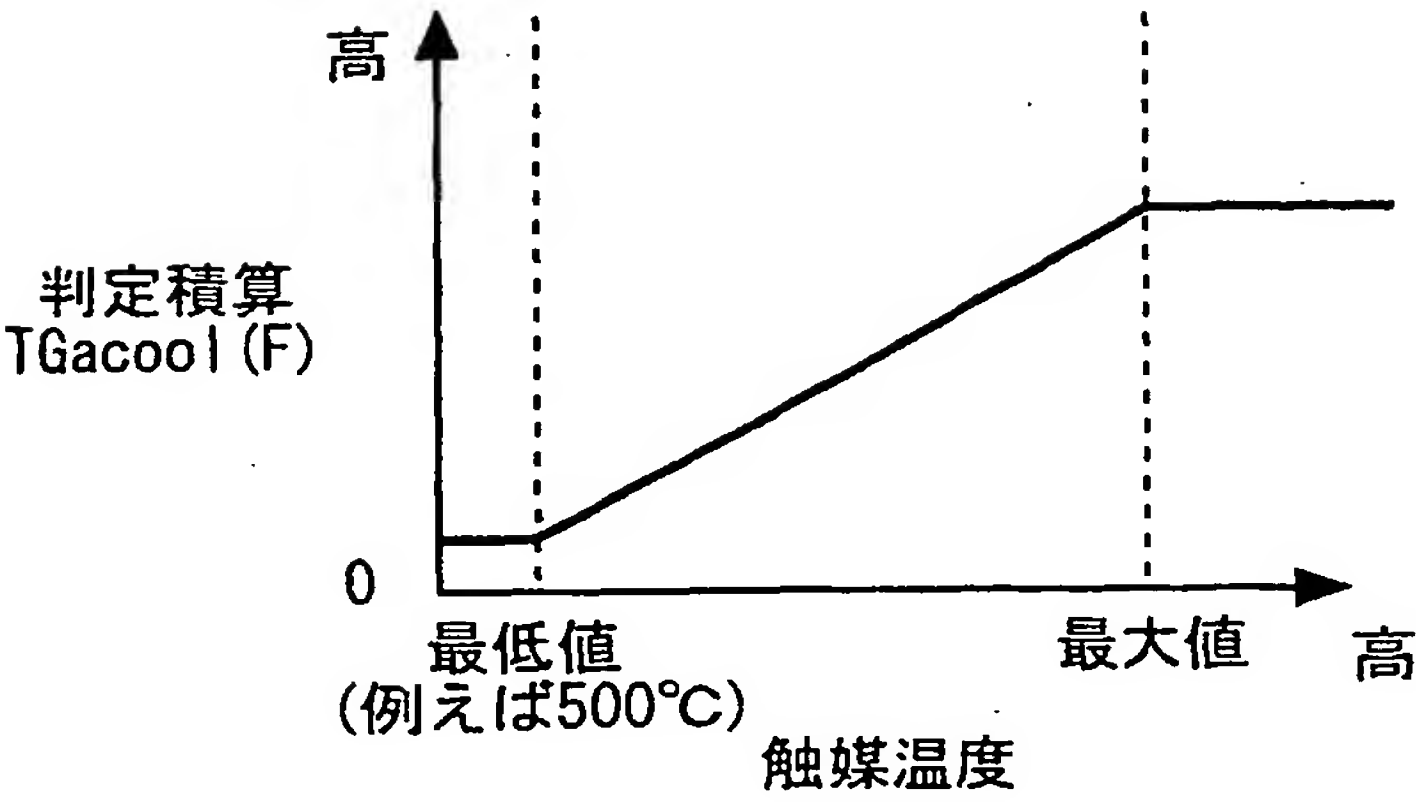
〈減速F/C, 且つ触媒酸素過多状態を判定後  
NEによる目標スロットル弁開き値(kfcta3)〉

|    |     |   |      |      |      |      |      |
|----|-----|---|------|------|------|------|------|
| NE | 800 | — | 1600 | 2800 | 4000 | 5200 | 6400 |
| ta | 0   | — | 0    | 8    | 10   | 12   | 14   |

第 2 2 図

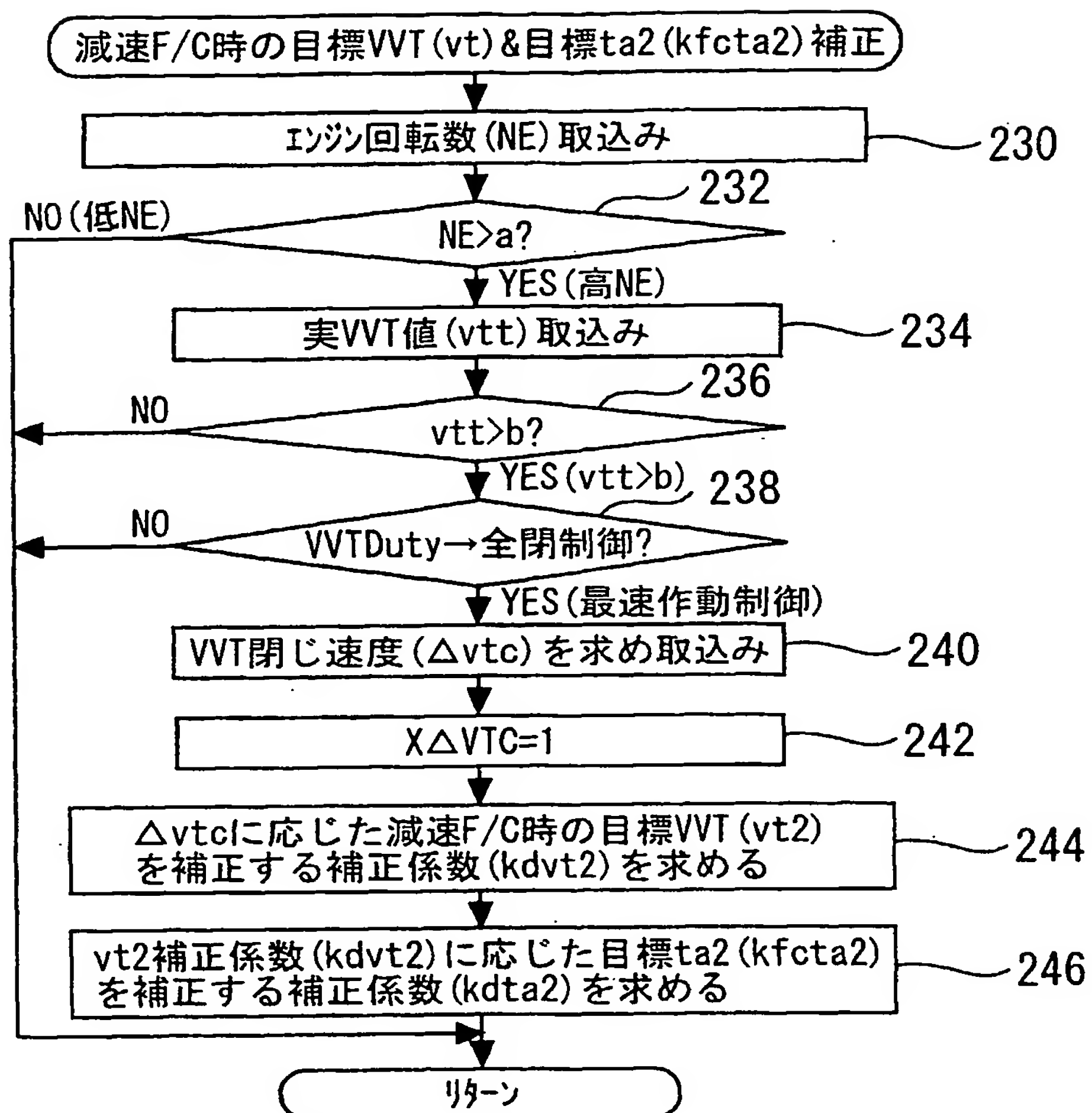


第 2 3 図

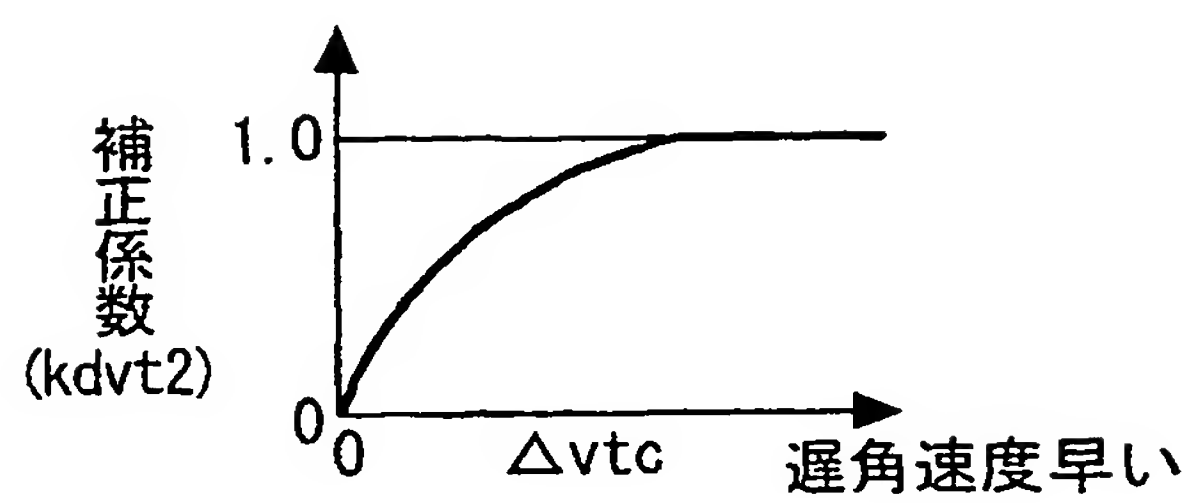


18/23

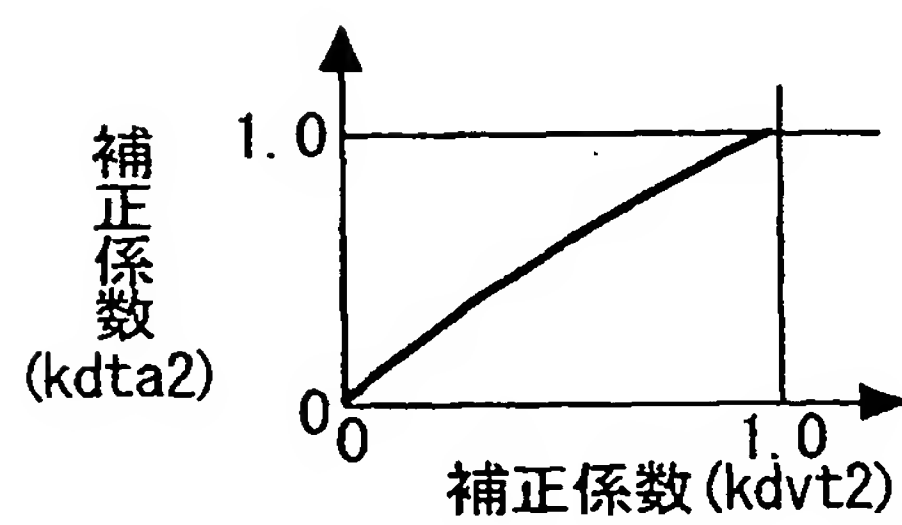
## 第24図



## 第 2 5 図



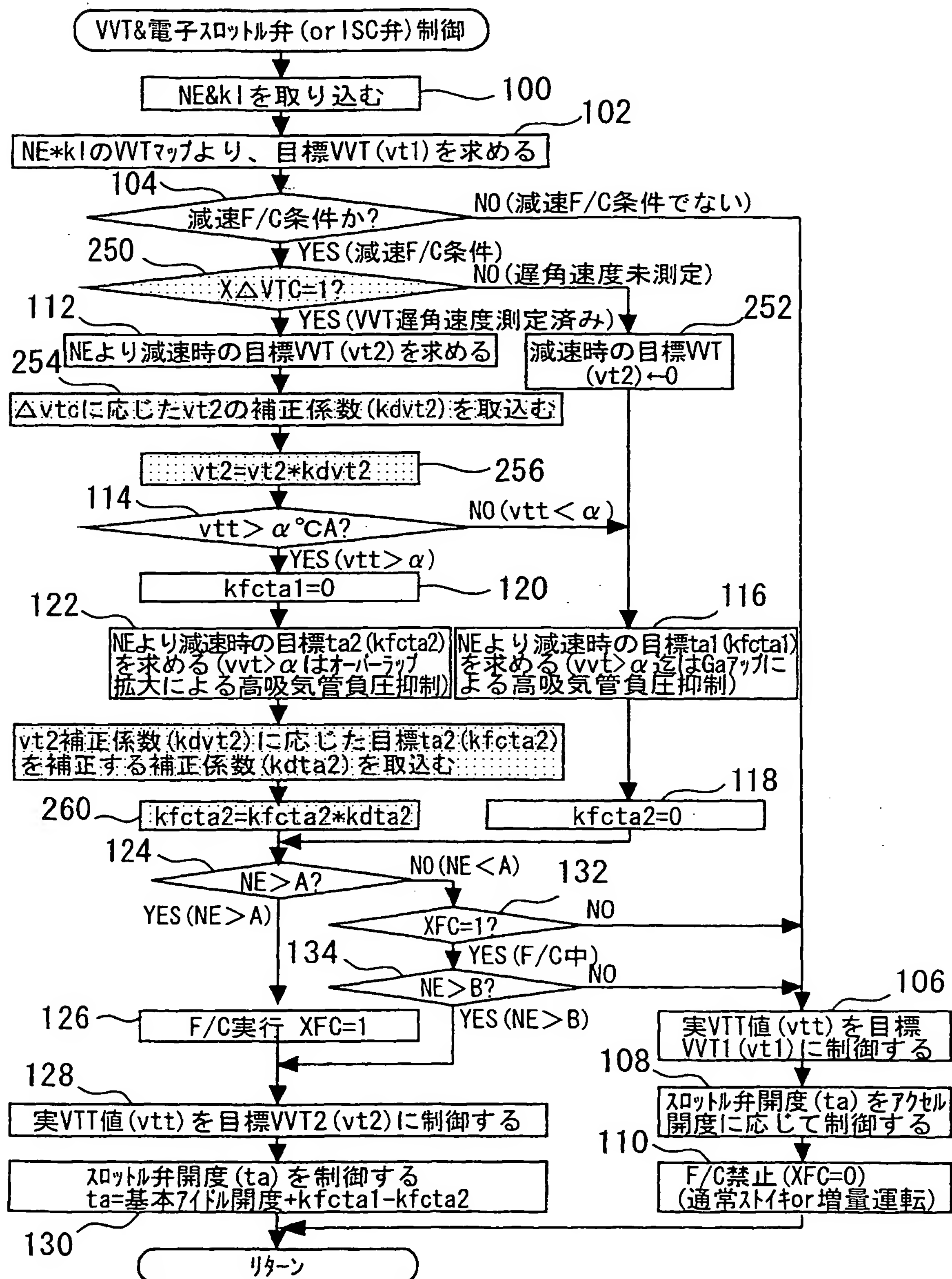
## 第 2 6 図



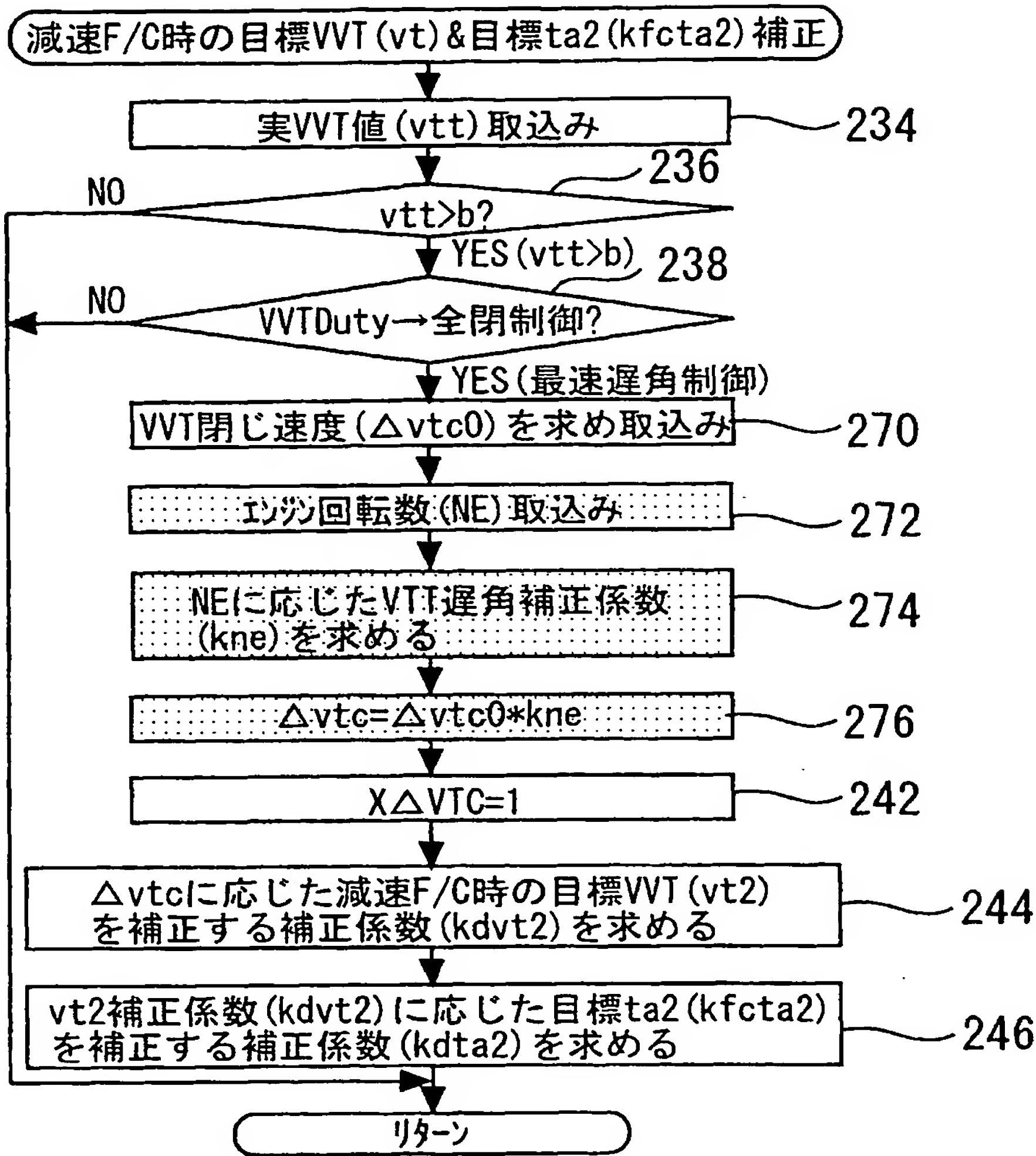


## 第 2 7 図

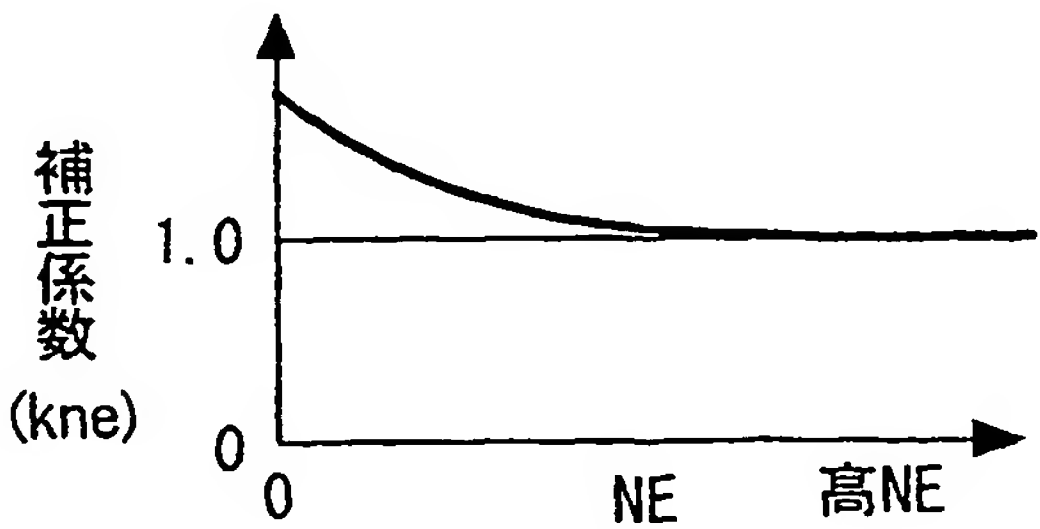
20/23



第 2 8 図

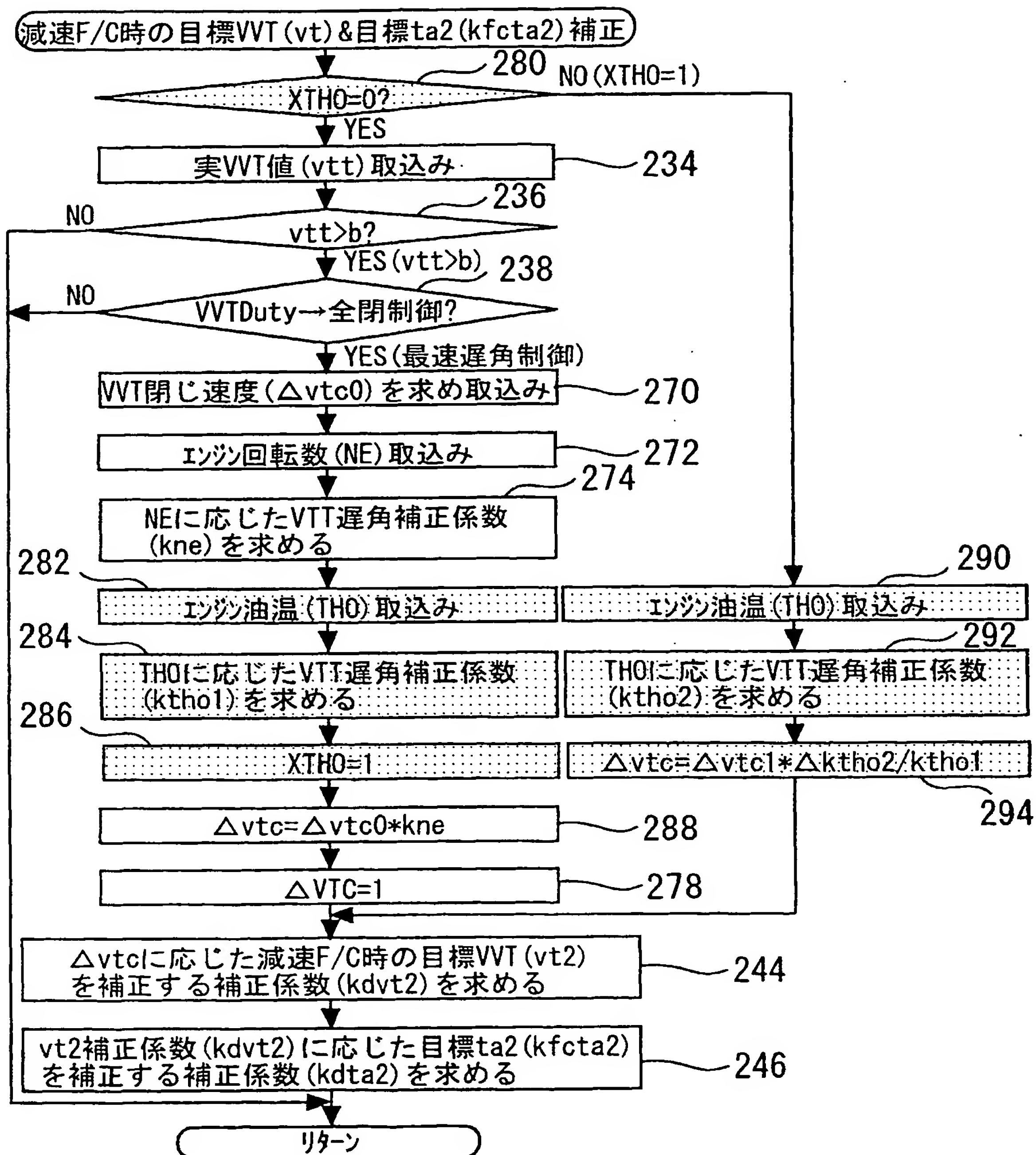


第 2 9 図



22/23

## 第30図



23 / 23

## 第 3 1 図

